

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

TESIS DOCTORAL

---

**Pensiones, Longevidad y Mortalidad. Recursos de Planificación Financiera a Largo Plazo: La Hipoteca Inversa como Complemento a la Jubilación.**

---

***Pensions, Longevity and Mortality. Long-Term Financial Planning Resources: The Reverse Mortgage As Complement to Retirement.***

---

Doctorando:  
José Rafael CARO BARRERA

Director:  
Dr. D<sup>o</sup> José María CARIDAD Y OCERÍN

*Tesis presentada en cumplimiento de los requisitos  
para el grado de Doctor en Ciencias Jurídicas y Sociales*

*en el*

Área de Estadística, Econometría e Investigación Operativa  
Departamento de Estadística, Econometría, Investigación Operativa y Organización de Empresas

Fecha de Depósito:  
27 de junio de 2019

TITULO: *PENSIONES, LONGEVIDAD Y MORTALIDAD. RECURSOS DE  
PLANIFICACIÓN FINANCIERA A LARGO PLAZO: LA HIPOTECA  
INVERSA COMO COMPLEMENTO A LA JUBILACIÓN*

AUTOR: *José Rafael Caro Barrera*

---

© Edita: UCOPress. 2019  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

[https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/  
ucopress@uco.es](https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es)

---



**TÍTULO DE LA TESIS: “PENSIONES, LONGEVIDAD Y MORTALIDAD. RECURSOS DE PLANIFICACIÓN FINANCIERA A LARGO PLAZO: LA HIPOTECA INVERSA COMO COMPLEMENTO A LA PENSIÓN”.**

**DOCTORANDO/A: JOSÉ RAFAEL CARO BARRERA**

**INFORME RAZONADO DEL DIRECTOR DE LA TESIS**

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

La tesis aborda varios temas de importancia relevante: por un lado, analiza las causas de los cambios demográficos que están causando importantes modificaciones en la estructura económica y social de la mayoría de los países y estudia los principales modelos de proyección de fertilidad y mortalidad. De las consecuencias de esto y por otro lado, enlazando con el segundo aspecto tratado, centra su atención en el coste económico que conlleva el incremento de la longevidad y las expectativas de vida, ya que están asociadas a los sistemas de pensiones y de forma particular, en España, donde el incremento del gasto pone en duda su viabilidad futura. De este modo, se hace una revisión histórica y se analizan tanto cuantitativa como cualitativamente los sistemas de pensiones afirmándose que, a causa de la poca cultura financiera existente en nuestro país apenas se planifica el futuro económico, sobre todo a largo plazo, para lo cual se ofrece una alternativa como complemento a la pensión pública por jubilación en la figura de la hipoteca inversa. Dicho producto financiero se analiza en profundidad y se compara con otras posibilidades de inversión de cara a la jubilación.

Las publicaciones realizadas se presentan a continuación:

(I) **“Modelos de Riesgo de Crédito: Aplicación Práctica a un Modelo de Refinanciación de Hipotecas”.** Aceptada en: *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y Empresa*.

II) **“Insurance Options: Beating the benchmark. Are Catastrophe Bonds more profitable than Corporate Bonds?”** Aceptada en: *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y Empresa*.

(II) **“Asset Allocation and Portfolio Choice: An Introductory Approach to Evolutionary Finance”.** Accepted in: *International Journal of Scientific Management and Tourism*.

IV) **“Aplicaciones de la física estadística en la valoración de activos financieros: de la ecuación de Fokker-Planck al modelo de Black-Scholes. Solución en diferencias finitas para una opción put Europea”.** Publicada en *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 37 - 2, págs. 6-21.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 18 de Junio de 2019

Firma del director

Fdo.: 

## Declaración de Autoría

Yo, José Rafael CARO BARRERA, declaro que la tesis: «*Pensiones, Longevidad y Mortalidad. Recursos de Planificación Financiera a Largo Plazo: La Hipoteca Inversa como Complemento a la Jubilación*» (en inglés: «*Pensions, Longevity and Mortality. Long-Term Financial Planning Resources: The Reverse Mortgage As Complement to Retirement*») y el trabajo presentado es de mi propiedad, confirmando que:

- Este trabajo ha sido realizado durante el periodo de investigación en la Universidad de Córdoba.
- Esta tesis no ha sido previamente sometida a ningún grado o a cualquier otra titulación en esta universidad o cualquier otra institución, y si así fuere, se ha establecido claramente.
- Donde he consultado el trabajo publicado de otros autores está siempre claramente atribuido.
- Donde he citado el trabajo de otros autores, la fuente es siempre proporcionada. Con la excepción de tales citas, esta tesis es enteramente de mi propiedad, reconociéndose todas las fuentes de ayuda.

Firma:

---

Fecha:

---





Universidad de Córdoba

## Resumen

Departamento de Estadística, Econometría, Investigación Operativa y Organización de Empresas

Doctor en Ciencias Jurídicas y Sociales

### **Pensiones, Longevidad y Mortalidad. Recursos de Planificación Financiera a Largo Plazo: La Hipoteca Inversa como Complemento a la Jubilación.**

*Pensions, Longevity and Mortality. Long-Term Financial Planning Resources: The Reverse Mortgage As Complement to Retirement.*

por José Rafael CARO BARRERA

Los cambios demográficos que están modificando las estructuras poblacionales de muchos países están causando importantes modificaciones en sus sistemas económicos, sociales y políticos. El aumento de las expectativas de vida, de las bajas tasas de natalidad y de los flujos migratorios hace que estemos viviendo una denominada *transición demográfica*, en la que la forma de la pirámide poblacional corre el riesgo de invertirse. Ese incremento de la longevidad lleva aparejado un coste económico, el asociado a los sistemas de pensiones al llegar a la jubilación por lo que en las circunstancias actuales, en España, en las próximas tres décadas pasaremos de contar con dos cotizantes por pensionista a solo uno debido a la reducción de las pensiones en relación a los salarios. El sistema de pensiones español tiene un desfase entre ingresos y gastos de alrededor de 18.000 millones de euros; cada mes, la Seguridad Social abona casi 6.000 millones de euros en pensiones. Este aumento del gasto ha disparado todas las alarmas en cuanto a la viabilidad futura de nuestro sistema de pensiones. De este modo, quienes aspiren un retiro sin ver empeorada su calidad de vida cuando terminen su etapa laboral deben comenzar a trazar una estrategia de planificación financiera a largo plazo y acumular así un patrimonio del que se puedan obtener rentas complementarias a la jubilación. En ese contexto se encuadra esta tesis, siendo el objetivo de este trabajo doble: por un lado nos planteamos analizar las causas de los fenómenos demográficos que están cambiando el mundo y cómo están afectando esos cambios a los sistemas de protección social en forma de las pensiones para los ciudadanos que llegan a la vejez y por otro, con la idea subyacente de que la poca cultura financiera existente en España hace que apenas planifiquemos nuestro futuro económico tanto a corto, como sobre todo, a largo plazo, ofrecer una alternativa como complemento a la pensión estatal por jubilación en la figura de la hipoteca inversa.

### **Abstract**

*The demographic changes that are modifying the population structures of many countries are causing important changes in their economic, social and political systems. The increase in life expectations, low birth rates and migratory flows means that we are living a so-called 'demographic transition', in which the shape of the population pyramid is at risk of being inverted. That increase of longevity entails an economic cost, that one linked to the pension systems at the time of retirement. In Spain, the rise in social expenses has triggered the alarms regarding the future viability of its pension system. In this way, those who aspire to a retirement without seeing their quality of life worsened when they finish their work stage should start to trace a long-term financial planning strategy and thus accumulate wealth that invested in a proper way can provide additional income to retirement. The development of this dissertation arises, therefore, in this framework; hence there are two targets in this work: on one hand we set out to analyze the causes of the demographic phenomena that are changing the world and how these changes are affecting social protection systems in the form of pensions for citizens who reach old age and on the other hand, on the underlying idea that the little financial culture that exists in Spain we hardly plan our economic future both short, and mainly, long term, to offer an alternative as a complement to the state pension for retirement in the figure of the reverse mortgage.*



## *Agradecimientos*

*Sentir gratitud y no expresarla es como envolver  
un regalo y no darlo - William Arthur Ward.*

A Don José María Caridad y Ocerin. Por varios motivos.



# Índice general

<b>Declaración de Autoría</b>	<b>III</b>
<b>Resumen</b>	<b>V</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>VII</b>
<b>I Fundamentos Sobre Demografía y Pensiones</b>	<b>1</b>
<b>1. Elementos de Demografía y Teorías de la Población</b>	<b>3</b>
1.1. Introducción: motivación, objetivos, estructura y metodología del trabajo . . . . .	3
1.2. Los fenómenos demográficos: su observación y análisis . . . . .	6
1.2.1. La estructura demográfica . . . . .	14
1.2.2. Análisis longitudinal y análisis transversal . . . . .	18
1.3. ¿Está el mundo preparado para envejecer? (La “vieja Europa” está “vieja”) . . . . .	19
1.4. Consecuencias económicas, sociales y geopolíticas de los desequilibrios demográficos: algunas teorías (pocas) y evidencias (muchas). . . . .	24
1.5. Conclusiones del capítulo . . . . .	26
Referencias bibliográficas . . . . .	29
<b>2. Modelos de Predicción de los Fenómenos Demográficos: Fertilidad y Mortalidad</b>	<b>31</b>
2.1. Introducción . . . . .	31
2.2. Los modelos de proyección de fertilidad: una revisión de la literatura . . . . .	32
2.2.1. Ajuste y proyección en la población española del modelo ‘bayesTFR’ . . . . .	39
2.2.1.1. Metodología técnica del modelo de proyección de fertilidad . . . . .	40
2.2.1.2. Uso, ajuste y proyecciones obtenidas del modelo ‘bayesTFR’ . . . . .	42
2.3. Los modelos de predicción de la mortalidad: revisión y funcionamiento de los más usados . . . . .	49
2.3.1. Predicción en la población española con los paquetes ‘MortalityLaws’, ‘MortalityGap’ y ‘StMoMo’ . . . . .	55
2.4. Conclusiones del capítulo . . . . .	65
Referencias bibliográficas . . . . .	67
<b>3. Los Sistemas de Pensiones: Un Recorrido Mundial</b>	<b>75</b>
3.1. ¿Qué es un sistema de pensiones? . . . . .	75
3.2. Modelos de pensiones: Los sistemas de pensiones de algunos países desarrollados . . . . .	77
3.2.1. • Dinamarca . . . . .	83
3.2.2. • Países Bajos . . . . .	84
3.2.3. • Australia . . . . .	86
3.2.4. • Suiza . . . . .	88
3.2.5. • Chile . . . . .	90
3.2.6. • Canadá . . . . .	91
3.2.7. • Reino Unido . . . . .	93
3.2.8. • Alemania . . . . .	95
3.2.9. • Francia . . . . .	97
3.2.10. • Italia . . . . .	100
3.2.11. • Estados Unidos . . . . .	103

3.2.12. • Brasil . . . . .	105
3.2.13. • México . . . . .	107
3.2.14. • China . . . . .	109
3.2.15. • Japón . . . . .	110
3.2.16. • India . . . . .	112
3.3. Sostenibilidad y reformas de los sistemas de pensiones internacionales . . . . .	114
3.4. Conclusiones del capítulo . . . . .	116
Referencias bibliográficas . . . . .	118
<b>4. Aspectos Técnicos de los Sistemas de Pensiones: un Enfoque Actuarial</b>	<b>121</b>
4.1. Introducción . . . . .	121
4.2. Conceptos básicos de los planes de pensiones . . . . .	121
4.3. Clases de planes . . . . .	123
4.3.1. Según el promotor . . . . .	123
4.3.2. Según las obligaciones estipuladas . . . . .	123
4.4. Planes de aportación definida . . . . .	123
4.4.1. Estimación del $CAT$ . . . . .	124
4.4.2. Evaluación del Coste Anual $C_t$ . . . . .	124
4.4.3. Anualidad de amortización del coste adicional . . . . .	128
4.5. Planes de prestación definida: modelos multidecrementales . . . . .	129
4.6. Diseño de una estrategia de cobertura en los planes de aportación definida . . . . .	133
4.6.1. Modelo actuarial para la determinación de pagos posibles futuros . . . . .	134
4.7. El riesgo en los planes de pensiones: mortalidad y longevidad . . . . .	135
4.7.1. Modelo estocástico en los planes de pensiones: suma actuarial . . . . .	137
4.8. Ejemplo de valoración actuarial de un plan de pensiones . . . . .	139
4.8.1. Planteamiento inicial e hipótesis de partida . . . . .	139
4.8.2. Cálculo Coste Actuarial Total ( $CAT$ ) . . . . .	141
4.8.3. Cálculo del Coste Normal ( $CN$ ) y Coste Adicional ( $CA$ ) . . . . .	142
4.8.4. Anualidad de amortización del Coste Adicional . . . . .	148
4.9. Conclusiones del capítulo . . . . .	150
Referencias bibliográficas . . . . .	151
<b>5. El caso español</b>	<b>153</b>
5.1. Introducción: Breve concepto jurídico de Seguridad Social . . . . .	153
5.2. Evolución histórica de la Seguridad Social en España . . . . .	153
5.2.1. Los primeros sistemas de protección hasta 1939 . . . . .	154
5.2.2. Las ayudas a la vejez en la etapa franquista (1939-1959) . . . . .	157
5.2.3. La construcción de un sistema de bienestar (1960-1976) . . . . .	158
5.2.4. El estado de bienestar a partir de la transición (1977-1995) . . . . .	160
5.2.5. Las sucesivas reformas de la Seguridad Social (1996-2011) . . . . .	161
5.3. El Sistema de previsión social y el actual sistema de pensiones contributivas español. . . . .	162
5.3.1. La más que nunca “vieja España” . . . . .	163
5.3.2. La reforma de 2013: contexto, cambios y efectos. . . . .	175
5.3.3. Las pensiones y la política: otra oportunidad perdida. . . . .	180
5.4. ¿Es sostenible nuestro sistema de pensiones? Perspectivas a medio y largo plazo . . . . .	183
5.5. Conclusiones del capítulo . . . . .	186
Referencias bibliográficas . . . . .	188
<b>II Aspectos Prácticos Sobre Planificación Financiera</b>	<b>191</b>
<b>6. Aspectos Prácticos Para La Planificación De La Jubilación</b>	<b>193</b>
6.1. Introducción . . . . .	193
6.2. Principios básicos de la planificación financiera para la jubilación. . . . .	194

6.2.1.	El perfil de riesgo: ¿cuándo, cómo y cuánto hay que ahorrar para la jubilación? . . . . .	195
6.2.2.	La liquidez y el binomio rentabilidad-riesgo: productos para complementar la pensión de jubilación. . . . .	197
6.2.2.1.	Depósitos bancarios . . . . .	199
6.2.2.2.	Valores negociables . . . . .	199
6.2.2.3.	Productos de Seguros . . . . .	201
6.2.2.4.	Productos de Transformación de Activos Inmobiliarios . . . . .	204
6.2.3.	La fiscalidad: optimización fiscal del ahorro en la combinación de una operación financiera y una renta vitalicia . . . . .	205
6.3.	Estrategias de optimización. Una revisión de la literatura. . . . .	208
6.4.	Simulación de planificación financiera usando procesos aleatorios mediante una aplicación web . . . . .	211
6.5.	Conclusiones del capítulo . . . . .	214
	Referencias bibliográficas . . . . .	215
<b>7.</b>	<b>La Hipoteca Inversa</b>	<b>217</b>
7.1.	Introducción. . . . .	217
7.2.	Revisión de la literatura existente. . . . .	218
7.3.	Orígenes y antecedentes. Desarrollo y situación en algunos países. . . . .	221
7.4.	Aspectos formales de la figura de la hipoteca inversa en España. . . . .	227
7.4.1.	Definición y requisitos. . . . .	227
7.4.2.	Estructura. . . . .	227
7.5.	España y el mercado actual de la hipoteca inversa. Razones de su mala reputación . . . . .	231
7.5.1.	Controversia con Solvencia II . . . . .	233
7.6.	Ventajas e inconvenientes para el pensionista solicitante . . . . .	235
7.7.	Riesgos para la entidad financiera . . . . .	235
7.8.	El mecanismo subyacente de la hipoteca inversa: análisis actuarial . . . . .	237
7.9.	Conclusiones del capítulo. . . . .	240
	Referencias bibliográficas . . . . .	241
<b>8.</b>	<b>Y aún así... podría ser peor: por qué no todo está tan mal como parece...</b>	<b>247</b>
<b>9.</b>	<b>And yet ... it could be worse: why not everything is as bad as it looks...</b>	<b>251</b>
<b>III</b>	<b>Apéndices</b>	<b>255</b>
<b>A.</b>	<b>Diccionario demográfico</b>	<b>257</b>
<b>B.</b>	<b>El Modelo Relacional Gompertz de Fertilidad de Brass</b>	<b>263</b>
<b>C.</b>	<b>Notación actuarial</b>	<b>265</b>
<b>D.</b>	<b>Nota técnica capítulo 4</b>	<b>267</b>
<b>E.</b>	<b>Códigos R para simulación</b>	<b>269</b>
E.1.	Códigos correspondientes al capítulo 1 . . . . .	269
E.2.	Códigos correspondientes al capítulo 2 . . . . .	278
E.2.1.	Modelo de fertilidad . . . . .	278
E.2.2.	Modelos de mortalidad . . . . .	279
E.3.	Referencias bibliográficas . . . . .	281





# Índice de figuras

1.1. Panorámica general del boom demográfico mundial . . . . .	8
1.2. Mapa de las estructuras de población en las regiones NUTS-3 en 2015 . . . . .	9
1.3. Convergencia mundial en la esperanza de vida masculina al nacer desde 1950 . . . . .	10
1.4. Clasificación urbana/rural de las regiones NUTS-2 de Europa . . . . .	11
1.5. % de población anciana sobre la población en edad de trabajar. . . . .	12
1.6. Crecimiento y evolución de la población urbana en España . . . . .	12
1.7. Estructuras de población regional . . . . .	13
1.8. Diagrama Lexis . . . . .	15
1.9. Modalidades de diagramas de Lexis . . . . .	15
1.10. Mapa del ratio de sexo por país y por intervalo de edad . . . . .	16
1.11. Comparativa de las pirámides de población de algunos países . . . . .	18
1.12. Países con mayor esperanza de vida al nacer . . . . .	19
1.13. Índice de salud global según Bloomberg con el top 10 (más los EEUU) señalados . . . . .	20
1.14. % de crecimiento esperado en la población de 65 o más años 2015 vs 2050 . . . . .	21
1.15. Esperanza de vida vs. gasto en salud en países OECD . . . . .	21
1.16. Cambio poblacional en Europa desde 2012 a 2017 . . . . .	21
1.17. Comparativa entre el valor de la deuda nacional publicada y el déficit calculado en las pensiones . . . . .	22
1.18. Estimación del pago del Gobierno en pensiones 2015 a 2050 en proporción del PIB . . . . .	23
1.19. Tasas de sustitución de la pensión masculina y femenina, 2017 . . . . .	24
1.20. Evolución de la esperanza de vida en los países europeos desde 1966. . . . .	27
2.1. Indicadores de fertilidad en los Estados Unidos . . . . .	33
2.2. Proyecciones de población y gasto público en China . . . . .	37
2.3. Media de edad al tener el primer hijo y tasa de fecundidad en la Unión Europea . . . . .	39
2.4. Disminuciones de cinco años dadas por la función logística doble . . . . .	41
2.5. Proyecciones probabilísticas de la fertilidad total usando estimaciones de fertilidad WPP de 2017 . . . . .	45
2.6. Simulaciones del parámetro $\Delta$ . . . . .	46
2.7. Densidad de las distribuciones de varios parámetros independientes del país . . . . .	47
2.8. TFR 2010-2015 en cada país . . . . .	47
2.9. Proyecciones de la TFR 2050-2055 en cada país . . . . .	48
2.10. Trayectoria de la TFR y distribución de la función logística doble . . . . .	48
2.11. Línea temporal de la aparición de los modelos de mortalidad . . . . .	49
2.12. Relación entre la tasa de mortalidad y la esperanza de vida en España . . . . .	56
2.13. Relación entre la tasa de mortalidad y la esperanza de vida en algunos países seleccionados . . . . .	57
2.14. Ajuste del modelo de Heligman-Pollard . . . . .	58
2.15. Ajuste de los datos a los modelos de Makeham, Siler y Thiele . . . . .	59
2.16. Esperanza de vida y proyectada con varios modelos . . . . .	61
2.17. Patrón de logaritmo de tasas de mortalidad según edad y tiempo para la población española . . . . .	62
2.18. Parámetros $a_x, b_x, k_t$ estimados con la función 'lca' . . . . .	63
2.19. Valores pronosticados de $k_t$ re-escalados a cero en el último año observado (2014) . . . . .	63
2.20. Tasas de observación y predicción de fallecimiento para la población . . . . .	64
2.21. Parámetros obtenidos con la técnica <i>bootstrap</i> para el modelo de Poisson Lee-Carter . . . . .	64
2.22. Intervalos de predicción para las tasas de mortalidad . . . . .	65
3.1. Cálculo del Índice Global de Pensiones Melbourne Mercer . . . . .	79

3.2. Mapa con la puntuación global de los principales países . . . . .	81
4.1. Valor del fondo acumulado en $t + dt$ . . . . .	130
4.2. Factores de supervivencia ${}_t p_x^{(j)}$ , $j = 1, 2, 3$ y ${}_t p_x^{(\tau)}$ . . . . .	131
4.3. Factores de supervivencia ${}_t p_x^{(3)}$ y ${}_t p_x^{(\tau)}$ . . . . .	132
5.1. Modalidades de renta vitalicia ofrecidas por el INP durante el periodo de libertad subsidiada. . .	155
5.2. Estructura de la pensión de la Seguridad Social . . . . .	163
5.3. Principales indicadores demográficos . . . . .	164
5.4. Evolución del gasto de prestaciones en jubilación (en millones de €) . . . . .	164
5.5. Reparto de nómina de las pensiones . . . . .	165
5.6. Cuantía media de las nuevas pensiones . . . . .	166
5.7. Evolución de los afiliados a la Seguridad Social 2005-2019 . . . . .	166
5.8. Evolución del fondo de reserva de las jubilaciones . . . . .	167
5.9. Pensiones vs. afiliados y variación . . . . .	167
5.10. Gasto en pensiones y % sobre los PPGG . . . . .	167
5.11. Número de pensiones de jubilación en cada comunidad autónoma en octubre de 2018 . . . . .	168
5.12. Proyecciones de población por sexo y edad. España 2014-2064 . . . . .	169
5.13. Estructuras de población regional . . . . .	170
5.14. Esperanza de vida al nacer y a los 65 años. Países UE-28 . . . . .	171
5.15. Tasa de fecundidad y edad media a la maternidad del primer hijo. Año 2018 . . . . .	172
5.16. Peso de la población según edad (en %). Año 2018. . . . .	173
5.17. Pesos de la población a diferentes edades y en % . . . . .	173
5.18. Tasa de dependencia (en %). Año 2050 . . . . .	174
5.19. Prejubilaciones antes de los 65 años . . . . .	174
5.20. Evolución estimada de la pensión máxima . . . . .	175
5.21. Descomposición del gasto en pensiones sobre el PIB . . . . .	184
6.1. Inversión en planes de pensiones . . . . .	193
6.2. Esquema de ciclo financiero. . . . .	194
6.3. Perfil de ingresos y gastos de los jubilados en España (en %) . . . . .	195
6.4. Distribución del gasto mensual medio de un jubilado . . . . .	195
6.5. Ahorro óptimo en función del interés que se le aplique . . . . .	197
6.6. Instrumento de ahorro más y menos preferido. . . . .	199
6.7. Riesgo vs. fiscalidad - productos financieros y aseguradores . . . . .	205
6.8. Interfaz de la aplicación para fijar/simular los parámetros de entrada (Escenario A) . . . . .	212
6.9. Resultados de la simulación para los parámetros de entrada iniciales (Escenario A) . . . . .	212
6.10. Resultados de la simulación para los parámetros de entrada iniciales (Escenario A - alternativo) .	213
6.11. Resultados de la simulación para los parámetros de entrada iniciales (Escenario A - alternativo) .	213
7.1. Total de la deuda en hipotecas inversas sostenida por instituciones financieras reguladas (en dólares canadienses) . . . . .	225
7.2. Punto 'crossover' del riesgo de longevidad en las hipotecas inversas. . . . .	236
B.1. Simulación en Excel del modelo relacional Gompertz de fertilidad de Brass . . . . .	264

# Índice de cuadros

1.1. Comparativa de densidades de población en 2017 . . . . .	6
1.2. Ratio de sexo por intervalo de edad . . . . .	16
2.1. Parámetros estimados para el ‘gap’ entre la esperanza de vida al nacimiento y 65 . . . . .	60
2.2. Proyecciones estimadas de la esperanza de vida año 2050 entre hombres y mujeres . . . . .	61
3.1. Sistemas de prestaciones sociales . . . . .	77
3.2. Tabla resumen de los países del <i>Mercer Global Pension Index</i> . . . . .	82
3.3. Gastos en pensiones públicas ( % del PIB) . . . . .	114
3.4. Evolución del PIB per cápita en la UE . . . . .	116
4.1. Cálculo del <i>Coste Normal</i> . . . . .	145
4.2. Cálculo del <i>Coste Adicional</i> . . . . .	145
4.3. Cuadro resumen de los métodos . . . . .	150
5.1. Fechas de aprobación de las primeras leyes de pensiones antes de la Primera Guerra Mundial . . . . .	155
5.2. Afiliación INP y cajas colaboradoras . . . . .	156
5.3. Afiliación a las pensiones de vejez del INP y cajas colaboradoras (cifras acumuladas) . . . . .	157
5.4. Comparativa entre el sistema redistributivo y el sistema de capitalización . . . . .	162
6.1. Principales productos aptos para ser utilizados como de ahorro-pensión. . . . .	198
6.2. Tipos de planes de pensiones. . . . .	202
7.1. Estadísticas año 2017 de las hipotecas inversas en los EEUU. . . . .	222
7.2. Rentas percibidas a lo largo de los $n$ años . . . . .	238



# Lista de Abreviaturas

## CAPÍTULO 1

<b>FMI</b>	<b>F</b> ondo <b>M</b> onetario <b>I</b> nternacional
<b>INE</b>	<b>I</b> nstituto <b>N</b> acional de <b>E</b> mpleo
<b>NUTS</b>	<b>N</b> omenclature des <b>U</b> nités <b>T</b> erritoriales <b>S</b> tatistiques
<b>OCDE</b>	<b>O</b> rganización para la <b>C</b> ooperación y el <b>D</b> esarrollo <b>E</b> conómico
<b>ONU</b>	<b>O</b> rganización de las <b>N</b> aciones <b>U</b> nidas

## CAPÍTULO 2

<b>APC</b>	<b>A</b> ge- <b>P</b> eriod- <b>C</b> ohort
<b>AR</b>	<b>A</b> uto <b>R</b> egressive
<b>ARIMA</b>	<b>A</b> uto <b>R</b> egressive <b>I</b> ntegrated <b>M</b> oving <b>A</b> verage
<b>ARCH</b>	<b>A</b> uto <b>R</b> egressive <b>C</b> onditional <b>H</b> eteroskedasticity
<b>BHM</b>	<b>B</b> ayesian <b>H</b> ierarchical <b>M</b> odel
<b>CBD</b>	<b>C</b> airns- <b>B</b> lake- <b>D</b> owd
<b>CRAN</b>	<b>C</b> omprehensive <b>R</b> <b>A</b> rchive <b>N</b> etwork
<b>DCS</b>	<b>D</b> ynamic <b>C</b> onditional <b>S</b> cored
<b>DG</b>	<b>D</b> ouble <b>G</b> ap
<b>GAPC</b>	<b>G</b> eneralized <b>A</b> ge- <b>P</b> eriod <b>C</b> ohort
<b>GARCH</b>	<b>G</b> eneralized <b>A</b> uto <b>R</b> egressive <b>C</b> onditional <b>H</b> eteroskedasticity
<b>GAS</b>	<b>G</b> eneralized <b>A</b> utorregressive <b>S</b> cored
<b>GFR</b>	<b>G</b> eneral <b>F</b> ertility <b>R</b> ate
<b>HMD</b>	<b>H</b> uman <b>M</b> ortality <b>D</b> atabase
<b>LC</b>	<b>L</b> ee- <b>C</b> arter
<b>MCMC</b>	<b>M</b> arkov <b>C</b> hain <b>M</b> onte- <b>C</b> arlo
<b>TFR</b>	<b>T</b> otal <b>F</b> ertility <b>R</b> ate

## CAPÍTULO 3

<b>MPI</b>	<b>M</b> ercer <b>P</b> ension <b>I</b> ndex
<b>MTAWE</b>	<b>M</b> ale <b>T</b> otal <b>A</b> verage <b>W</b> eekly <b>E</b> arnings
<b>PBLCI</b>	<b>P</b> ensionary <b>B</b> eneficiary <b>L</b> iving <b>C</b> ost <b>I</b> ndex

## CAPÍTULO 4

<b>CAT</b>	<b>C</b> oste <b>A</b> ctuarial <b>T</b> otal
<b>CA</b>	<b>C</b> oste <b>A</b> dicional
<b>CN</b>	<b>C</b> oste <b>N</b> ormal

## CAPÍTULO 5

<b>FS</b>	<b>F</b> actor de <b>S</b> ostenibilidad
<b>INP</b>	<b>I</b> nstituto <b>N</b> acional de <b>P</b> revisión
<b>IRP</b>	<b>Í</b> ndice de <b>R</b> evalorización de las <b>P</b> ensiones
<b>PIB</b>	<b>P</b> roducto <b>I</b> nterior de <b>B</b> ruto
<b>ROO</b>	<b>R</b> etiro <b>O</b> brero <b>O</b> bligatorio



# Lista de Símbolos

## CAPÍTULO 1

$P_m$	Efectivo masculino
$P_f$	Efectivo femenino

## CAPÍTULO 4

$R$	Renta pospagable
$A = C$	Aportaciones o cotizaciones prepagables netas de gastos
$F(t)$	Fondo de Pensiones acumulado de un partícipe
$x$	Edad actual
$x_e$	Edad de entrada al fondo
$x_r$	Edad de jubilación
$l_x$	Distribución de supervivencia
$W_x$	Salario de una cabeza de edad $x$
$K(x_r)$	Fondo acumulado a los $x_r$ años
$K_2(x)$	Renta anual adicional de jubilación
$C_t$	Aportaciones anuales al CAT
$R\ddot{a}_{x_r}^{(m)}$	Renta fraccionada a percibir
$A_t$	Aportación definida
$R_x$	Prestación definida (pensión de jubilación)
$q_{\bar{x}_A}$	Probabilidad media de fallecimiento
$\ddot{a}_{x:\overline{n} }^{(m)}$	Anualidad continua a plazo fijo





*A mis padres:*  
*José y María*  

---

*y a A.E.B.S*



*«It ain't what you don't know that gets you into trouble. It's what you know for sure that just ain't so.»*  
*«No es lo que no sabes lo que te hace fracasar. Es lo que crees que sabes y no es así.»*

The Big Short (La Gran Apuesta)



## **Parte I**

# **Fundamentos Sobre Demografía y Pensiones**



## Capítulo 1

# Elementos de Demografía y Teorías de la Población

*“Life is... a chemical incident” – Paul Ehrlich*

### 1.1. Introducción: motivación, objetivos, estructura y metodología del trabajo

El mundo envejece. Quizá no es la mejor forma, o al menos no parece la más optimista, para comenzar un trabajo de esta índole, pero lo cierto es que es así. Es así porque los datos lo demuestran.

El mundo envejece tanto en el plano individual como poblacional. Como individuos, vivimos cada vez más. La esperanza de vida al nacer se ha incrementado en el plano global, pasando de 47 años a mediados del siglo pasado a alrededor de 71 años hoy en día y se espera que llegue a 78 años a mediados del presente siglo. Como población también estamos envejeciendo, ya que cada vez son más amplias las franjas demográficas de mayor edad. Actualmente, la proporción de la población mundial con 65 o más años es alrededor de un 8 % y se espera que en el 2050 llegue a un 16 %, lo cual supondrá más de 1.500 millones de personas.

En España tenemos una de las mayores longevidades del mundo, bajas tasas de natalidad y un problema de desempleo que hace que la tasa de actividad sea baja. Por ejemplo, en este momento, por cada jubilado hay 2,2 cotizantes y todo apunta, a que en 2050, la proporción bajará a 1,3 cotizantes por jubilado. Ante este panorama, la **motivación** de esta tesis surge como consecuencia del planteamiento de la siguiente pregunta: *¿cómo planificamos nuestra jubilación en la era de la longevidad?* Las pensiones, el futuro de las mismas o de forma más precisa, el futuro de la nuestra, es un tema que interesa a todos. Es patente que los españoles estamos cada vez más preocupados por cómo financiaremos nuestra jubilación si las pensiones siguen reduciéndose. Sin embargo, nos ocupamos poco de planificar esta etapa.

Por ello, con la pregunta formulada anteriormente como premisa inicial y como idea central de esta tesis, se persiguen, adicionalmente, varios **objetivos**: por un lado, reflejar la situación demográfica mundial en la actualidad y, en concreto, de España, analizando sus consecuencias económicas, sociales y geopolíticas (con especial atención a la influencia que tiene la situación demográfica actual en los sistemas de pensiones) y por otro, plantear el problema de la planificación financiera a largo plazo, presentando una serie de recursos disponibles y, en última instancia, analizando la figura de la hipoteca inversa como complemento a una pensión por jubilación que empieza a ser insuficiente para cubrir las necesidades de la tercera edad.

La presente tesis **se estructura en siete capítulos, más uno adicional a modo de cierre y conclusiones**, agrupados en dos partes; un **primer bloque** donde se desarrollan aspectos teóricos relacionados con la demografía y las pensiones. Esta parte creemos que es necesaria porque la comprensión de los fenómenos demográficos nos da una perspectiva más amplia a la hora de explicar la situación en la que nos encontramos y nos sitúa en una posición privilegiada para entender cómo se ha llegado hasta aquí como para tener que preocuparnos por cómo viviremos cuando envejecamos. Consta de cuatro capítulos: en el **primero** de ellos, titulado *“Elementos de Demografía y Teorías de la Población”*, se describen los principales fenómenos demográficos a la hora de estudiar la misma, se explica el actual ‘boom’ demográfico mundial y se enumeran los problemas más importantes a los que nos enfrentamos -individuos e instituciones- como habitantes de un planeta cada vez más poblado



y envejecido; seguidamente, se analizan las consecuencias sociales y geopolíticas del crecimiento y del envejecimiento de la población, para pasar a revisar y analizar, posteriormente, en el capítulo **segundo**, que lleva por título “*Métodos de Análisis de los Fenómenos Demográficos*”, algunos de los modelos estocásticos proyección de la fertilidad y de la mortalidad más conocidos y su aplicación, en nuestro caso, a la población española.

Estos dos primeros capítulos implican el estudio tanto de instrumentos de análisis como de procedimientos estadísticos, aunque sin dejar de lado el procedimiento explicativo, pues de lo que se trata principalmente es de ofrecer una visión sistemática de una ciencia social, la demografía, ligada de forma muy estrecha a otras ramas del saber, lo cual no está exento de dificultad, ya que el desarrollo en los últimos sesenta años de esta disciplina ha provocado que exista una demografía económica, una antropología demográfica, una demografía médica..., etc., todas con sus correspondientes procedimientos de análisis y medición. Este hecho no hemos querido perderlo de vista y por ello algunos de los conceptos, definiciones, técnicas y simulaciones aquí propuestos podrían pertenecer perfectamente a alguna de las sub-disciplinas mencionadas antes.

En el capítulo **tercero**, “*Los Sistemas de Pensiones: Un Recorrido Mundial*”, se explica qué es un sistema de pensiones, se realiza un recorrido por los de los países mejor valorados conforme a un índice que compara adecuación, sostenibilidad e integridad y se plantea la sostenibilidad actual de dichos sistemas y las reformas que habrían de ser acometidas para garantizar esa sostenibilidad.

En el capítulo **cuarto**, “*Aspectos Técnicos de los Sistemas de Pensiones*”, se aborda la cuestión desde un punto de vista actuarial. La importancia de este capítulo radica en que esta visión permite comprender el problema al que se enfrentan los responsables tanto de entes públicos (gobiernos e instituciones) como privados (aseguradoras, bancos, etc...) a la hora de manejar el riesgo y la incertidumbre asociados a la longevidad, desde un punto de vista actuarial y financiero.

En el **quinto** capítulo, “*El Caso Español*” nos centramos ya en nuestro país, comenzando con un recorrido histórico en el que se hace referencia a los primeros sistemas de protección de la vejez que comienzan en 1939 y continúa con la evolución de la Seguridad Social hasta llegar al actual sistema de pensiones contributivas de nuestros días, donde se analizará la última reforma llevada a cabo. Para finalizar el capítulo, y al igual que el anterior, se plantearán los principales problemas a los que nos enfrentamos ahora y en el futuro, así como el debate de la sostenibilidad del mismo y las propuestas de reformas que habría que llevar a cabo para la supervivencia del sistema a medio y largo plazo.

El **segundo bloque** desarrolla la parte práctica de esta tesis a través de los dos capítulos que abarca. En el **sexto**, “*Aspectos Prácticos Para la Planificación de la Jubilación*” se recogen diversos aspectos prácticos a la hora de planificar la misma, para ello se proporcionan unos principios básicos en el aspecto financiero, indicando cuándo y cómo sería más conveniente ahorrar para cuando llegue el retiro, en un intento de proporcionar las herramientas básicas que todo individuo debería conocer. Asimismo se ha diseñado una pequeña aplicación informática en código **R** que permite generar retornos aleatorios simulando diferentes tipos de interés, niveles de inflación, rentabilidades exigidas y cantidades iniciales a invertir.

El capítulo **siete**, “*La Hipoteca Inversa*”, es el que termina por completar el último objetivo que nos planteamos ya que aquí es donde se ofrece este producto financiero como alternativa real para obtener un ingreso adicional y poder complementar así la pensión. Es un producto que por las razones que veremos no ha calado profundamente en nuestro país pero se analiza detenidamente y se estudia en profundidad sus características, ventajas e inconvenientes, se configura como una alternativa válida a otros productos financieros con un elevado componente de riesgo e incertidumbre o con unos rendimientos más bajos.

El **octavo** capítulo cierra la obra recogiendo las conclusiones finales a las que hemos llegado durante lo expuesto en todas las partes previas y si bien al final de todos los apartados anteriores ya se habían expuesto unos argumentos a modo de cierre, esta sección pretende ser un compendio global de todo lo visto anteriormente.

Para finalizar, se incluyen unos **anexos y apéndices** que son necesarios, a nuestro juicio, para complementar ciertos análisis y aspectos tratados en algunos capítulos. De este modo, por ejemplo, hemos pensado que podría ser interesante incluir un breve diccionario demográfico que ayude al lector a clarificar algunos conceptos en esta materia; de igual modo, se ha creído conveniente especificar la notación actuarial estándar comúnmente aceptada y asimismo, hemos considerado necesario adjuntar los *'scripts'* y códigos utilizados en **R** para nuestras simulaciones, modelos y gráficos, siguiendo la propia filosofía característica de los programas de código abierto.

En referencia a las partes más cuantitativas o puramente de modelización y simulación, la **metodología** aplicada, tanto de desarrollo de modelos como de simulaciones, ha estado basada en el uso de herramientas del campo de la estadística, principalmente y como se ha mencionado con anterioridad, todo ha sido desarrollado con el software **R**. El uso de este programa de código abierto ha sido por varios motivos: primero por su versatilidad y potencia, el hecho de que sea de código abierto (*'open source'*) lo hace fácilmente adaptable y flexible a cualquier tipo de análisis, siendo una herramienta muy potente para todo tipo de procesamiento, manipulación de datos y resultados gráficos; segundo porque el uso principal que se le suele dar es con fines estadísticos y este trabajo es, en gran medida, estadístico y de simulación y tercero porque esa versatilidad que mencionábamos antes se traduce en la existencia de multitud de librerías y paquetes que son de acceso público y aumentan la eficacia de los resultados.

Mención aparte merece la **bibliografía** utilizada. Primero, porque la hemos adjuntado al final de cada capítulo y está citada en orden cronológico (no alfabético) decisión que obedece a una simple cuestión de practicidad, pues de esta manera se considera más accesible y clara, ayudando más a reforzar y complementar cada capítulo, en vez de al final de la obra, lo cual puede resultar, esto último, menos efectivo. Segundo, por su relevancia y actualización, ya que un trabajo de esta índole aparte de beber de muchas fuentes y referencias diversas (todas ellas fundamentales en la elaboración de esta tesis) ha tenido que ser actualizado constantemente, de este modo, las fuentes consultadas van desde libros, tanto clásicos en su materia como de reciente aparición hasta revistas de calidad, informes, artículos técnicos y bases de datos.

Finalmente no hemos querido dejar de lado la vertiente económica que tiene como trasfondo este trabajo, al final las consecuencias de todo lo anterior se traducen en un coste económico para todos los agentes implicados, desde países, gobiernos, instituciones y empresas hasta familias e individuos y todos ellos, aún con retos diferentes, tienen un objetivo común.

## 1.2. Los fenómenos demográficos: su observación y análisis

Las tendencias demográficas mundiales en la actualidad están contribuyendo a que haya poblaciones cada vez más envejecidas, ya que mientras la esperanza de vida ha crecido de forma constante desde principios del siglo XX y la vida seguirá prolongándose cada vez más en el futuro, la tasa de natalidad continúa cayendo. La demografía de los siglos XX y XXI ha sido y es, sobre todo, una demografía del envejecimiento de la población (Harper, 2016) [1]. Este hecho, que en otro tiempo se consideró un asunto de economías desarrolladas de Europa y América del Norte, es ahora un fenómeno global que se extiende por todo el mundo.

A principios del siglo XX, en la Tierra vivían alrededor de 1.600 millones de personas; en julio de 1987 se alcanzaron los 5.000 millones; a finales de ese siglo, la población mundial superó los 6.000 millones y actualmente es de 7.600 millones de habitantes. En lo que llevamos de siglo, la población ha aumentado en 1.600 millones, es decir, un 27 %. En cien años, la población mundial ha crecido un 375 %. Según Sartori y Mazzoleni (2003) [2], los demógrafos calculan que la tasa de mantenimiento (ni crecimiento ni reducción) coincide con una fertilidad femenina de poco más de dos; es decir, las mujeres deben traer al mundo una media de dos hijos cada una para reemplazarse a sí mismas y a los varones. Los autores anteriormente mencionados afirman que esta tasa se aumenta ligeramente para compensar la mortalidad infantil, los que no se casan, no tienen hijos, etc. Si se tiene en cuenta que la dinámica demográfica europea (sin contar los inmigrantes) está descendiendo y que la población de los Estados Unidos crece sobre todo por la inmigración (legal y clandestina) procedente de América Latina y Asia, se refuerza la idea de que la explosión demográfica se debe en mayor medida, a los países africanos y asiáticos, es decir, excepto casos específicos, a las áreas más pobres y menos desarrolladas.

Aún así, ¿quiere esto decir que el mundo está superpoblado? Muchas veces se confunde el término ‘superpoblación’ con ‘aglomeración’. Con frecuencia oímos expresiones del tipo “*demasiadas personas en una determinada zona*”, “*una densidad de población excesivamente elevada*”. Normalmente, la densidad es intrascendente en materia de superpoblación; por ejemplo, si atendemos al criterio de densidad bruta tenemos las siguientes densidades de población:<sup>1</sup>

	Asia	Europa	África	Japón
Área (km <sup>2</sup> )	44.541.138	10.180.000	30.370.000	377.915
Población (mill. hab.)	4.393.000.000	738.199.000	1.022.234.000	126.926.000
Densidad (habs./km <sup>2</sup> )	<b>98,63</b>	<b>72,51</b>	<b>33,66</b>	<b>335,86</b>

CUADRO 1.1: Comparativa de densidades de población en 2017  
(Fuente: Elaboración propia)

Según lo anterior, llegaríamos a la conclusión de que África está «subpoblada», puesto que sólo tiene 33,66 hab./km<sup>2</sup>, mientras que Europa tiene 72,51 hab./km<sup>2</sup>, Asia 98,63 hab./km<sup>2</sup> y Japón 335,86 hab./km<sup>2</sup>. Si quisiéramos ser más precisos, excluiríamos del cálculo la proporción de África que es inhabitable, es decir, la que se halla cubierta por desierto o selvas densas e impenetrables, lo cual hace que la proporción más habitable ocupe algo más de la mitad de la superficie del continente, arrojando una densidad demográfica de unos 47 hab./km<sup>2</sup>. Ello equivale a una sexta parte de la densidad demográfica del Reino Unido, que actualmente es de 269,45 hab./km<sup>2</sup>, aproximadamente. Por lo tanto, según Ehrlich, *la clave para comprender el problema de la superpoblación no está en la densidad de población, sino en el número de personas que viven en una determinada zona en relación con sus recursos y con la capacidad del medioambiente para sostener las actividades humanas; es decir, la “capacidad de carga” de dicha zona*, (Ehrlich, 2003) [3]. De este modo, un área estaría superpoblada cuando sus ocupantes degradan la capacidad de carga a largo plazo de dicha área.

El mismo Ehrlich, ya en 1968 [4], preveía la muerte por inanición de una cuarta parte de la población mundial en 1983. Dicha fecha estaba equivocada pero quizás no era muy equivocada la previsión sobre los muertos de hambre que iba a haber. Según Sartori, el argumento que apoyaba este razonamiento era el impacto ambiental del hombre, el cual es producto de tres factores: 1) *el número de habitantes de la Tierra, multiplicado por* 2) *su*

<sup>1</sup>La densidad poblacional viene determinada por el cociente entre el número de habitantes y la superficie del área.

*renta per cápita, multiplicado por 3) el nivel de tecnología.*

En esta irrupción demográfica que ha cambiado el mundo, sobre todo, en el último siglo y ha modificado, de forma irreversible podríamos decir, las relaciones del hombre con el espacio geográfico, dos son los motores principales del cambio etario estructural de la población: la fecundidad y la mortalidad, y aunque profundizaremos en ellos de forma más cuantitativa en el siguiente capítulo (junto a otros fenómenos de igual importancia), hemos creído conveniente introducirlas en este primer apartado.

La **fecundidad** es el primero de ellos y ésta ha descendido en todas las regiones del mundo. Durante el desarrollo económico del siglo XX, se produjo un descenso de las tasas de fecundidad debido al incremento de los gastos sociales, relacionados con los hijos y los costes de oportunidad de la paternidad responsable. Las teorías económicas clásicas de la fecundidad otorgan un papel importante a los costes relacionados con los hijos. A medida que aumenta el coste por hijo, disminuye el número de los mismos; de modo que, a medida que aumenta la renta disponible con el crecimiento económico, aumentan los costes de oportunidad de tener hijos. Sin embargo, en la actualidad, esta visión, que apoya la correlación negativa entre crecimiento económico y fecundidad, se está revisando y se propone “*un impacto convexo del crecimiento económico sobre los niveles de fecundidad*”, (Leeson, 2018) [5].

La **mortalidad** es el segundo motor del cambio etario estructural. Con el cambio del siglo XIX al XX, la esperanza de vida a los 65 años empezó a crecer de modo constante y gracias a los avances en la higiene y las posibilidades de tratamiento médico (en especial, al desarrollo de los antibióticos), la población mundial ha podido crecer en un modo sin precedentes tras el final de la Segunda Guerra Mundial. Frente a los 2.500 millones de habitantes en torno a 1950, hoy el planeta cuenta con 7.600 millones. La **figura 1.1** ofrece una panorámica de este ‘boom’ demográfico que hemos experimentado en las últimas décadas. Se espera que para el año 2050, la población mundial se incremente un 14 %, pasando a 9.800 millones de habitantes y para finales de siglo, se sitúe en 11.200 millones<sup>2</sup>. Por regiones, Asia concentra la mayor parte de la población mundial y se prevé que lo siga haciendo hasta finales de siglo, aunque el incremento de la población africana será a un ritmo creciente y entre los dos continentes agruparán a más del 90 % de la población mundial. A niveles de fertilidad mundial, en la actualidad, África ostenta el mayor número de hijos nacidos vivos por mujer, alrededor de 4 (en Europa apenas se llega a 2), sin embargo, es una tasa de fertilidad en constante disminución, de hecho se espera que a finales de siglo, baje hasta casi 2 hijos por mujer, mientras que en Europa se incremente hasta esa cifra.

Por ciudades, la mitad del crecimiento mundial se concentra en nueve países y en este orden: China, India, Estados Unidos, Indonesia, Brasil, Pakistán, Nigeria, Bangladesh, Rusia. Juntos suman más de 4.200 millones de habitantes, es decir, casi el 56 % de la población mundial se agrupa en estos países. A la cabeza, China (1.400 millones) e India (1.300 millones) tienen un 19 % y un 18 % de la población mundial respectivamente. Se estima que hacia 2024, India supera a China, arrebatándole el primer puesto y en este orden (primero y segundo) los sitúan las proyecciones hasta 2100.

Destacable es el caso de Nigeria, país que constituye una perfecta yuxtaposición de riqueza y desarrollo junto a una pobreza endémica. No en vano, actualmente ocupa el séptimo puesto en la lista de los países más poblados, con una población de 191 millones de habitantes; sin embargo, su rápido crecimiento hace que se proyecte su ascenso al tercer puesto en el año 2050, donde pasará a tener una población estimada de algo menos de 800 millones de habitantes. Lagos, la capital, ha pasado de ser una ciudad portuaria muy pobre a ser una de las aglomeraciones urbanas más grandes y prósperas del continente, con una población de 16 millones de habitantes. Su expansión empezó en buena medida durante la década de 1990, tras la transición a la democracia del país, junto a este factor, jugó un papel importante el desarrollo de los campos petrolíferos; sin embargo, no es el petróleo el único factor responsable de ese veloz progreso, ya que con frecuencia se subestima el papel que las explotaciones mineras han desempeñado en el auge del país africano.

---

<sup>2</sup>Hasta el año 2050 las proyecciones de la ONU se consideran adecuadas. También las anteriores proyecciones han demostrado una alta fiabilidad, como demuestra el científico inglés Alan Cottrell: “*Economía del medio ambiente*”, Ed. Alhambra, (1980), recordando las proyecciones de 1975 referidas a 2000, cuando la ONU preveía que la población mundial sería de 6.100 millones en el año 2000, cálculo que ha demostrado ser bastante preciso.

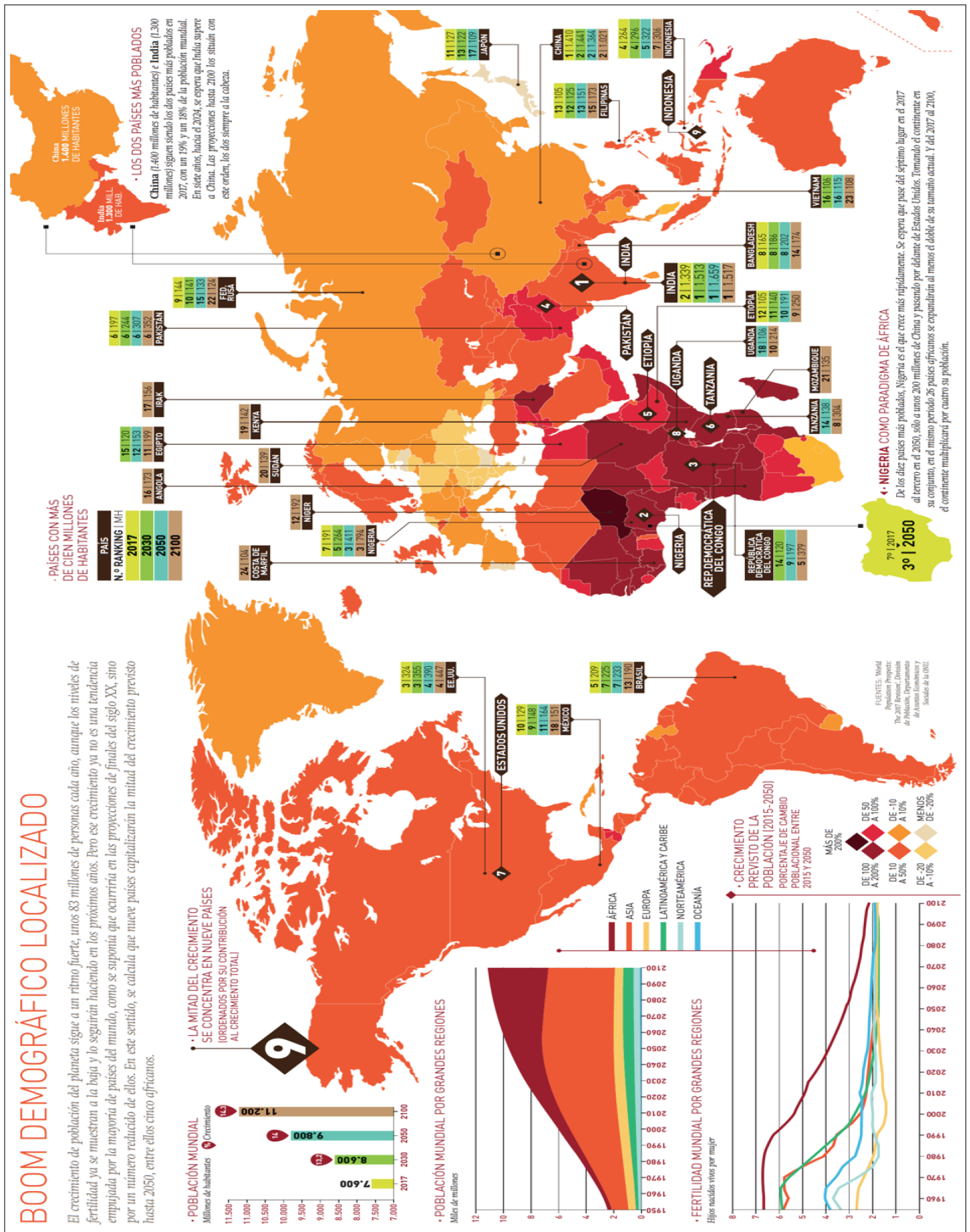


FIGURA 1.1: Panorámica general del boom demográfico mundial  
(Fuentes: World Population Prospects y Dpto. Asuntos Económicos y Sociales ONU)



Según Kashnitsky y Schöley, 2018 [6], el envejecimiento no se trata exclusivamente del tamaño de la población anciana o su proporción de población; el envejecimiento es una función de la distribución por edades de una población. Por lo tanto, para comprender mejor el envejecimiento, hay que centrarse en la evolución de la estructura de edad de toda la población. Según esto, en la **figura 1.2**, los autores muestran la estructura por edades codificada por colores de las regiones europeas, indicando las distintas etapas del envejecimiento de la población en toda Europa y proporcionando una instantánea detallada de todas las estructuras de la población regional, facilitando las comparaciones entre ellas. De este modo, se observa que el proceso de envejecimiento de la población no se produce uniformemente en todas las áreas de Europa y las regiones difieren sustancialmente, así, podemos ver las diferencias regionales a pequeña y gran escala en las estructuras de la población. En el nivel macro, las distinciones entre el este, el oeste y el sur de Europa son evidentes. El este de Turquía es el único ejemplo de una sociedad que todavía se encuentra en las primeras etapas de la transición demográfica. A nivel de país, los contrastes de la periferia central son obvios. El mapa también revela los signos de cambios recientes en las estructuras de la población. Por ejemplo, España recibió una gran afluencia de migrantes internacionales en la década de 2000, Alemania oriental experimentó un efecto agotador de emigración junto con una disminución de la fertilidad en las últimas décadas, y Polonia tuvo una emigración masiva de trabajadores debido a la integración de la Unión Europea y más trabajadores migrantes se mudaron de las principales ciudades polacas.

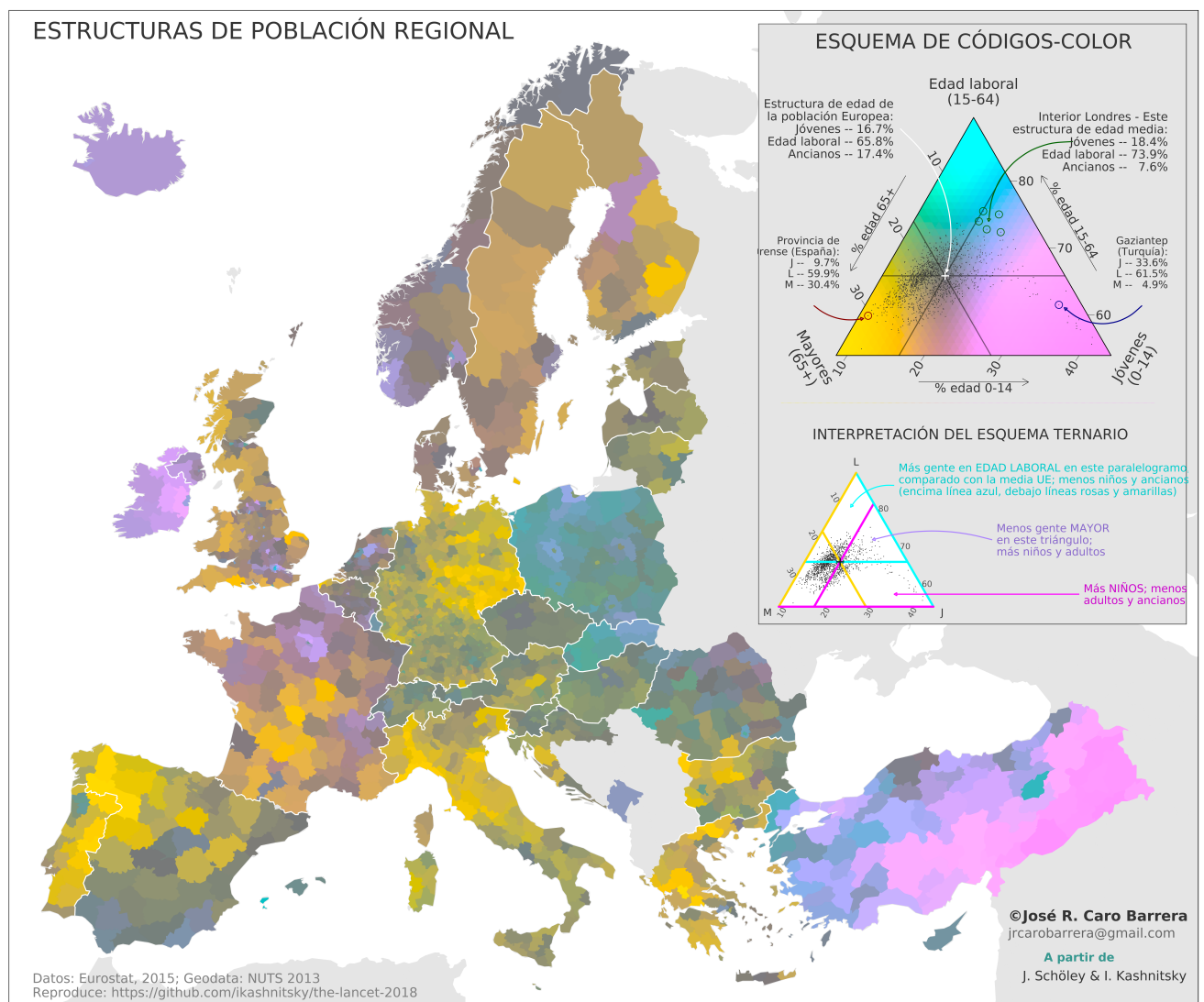


FIGURA 1.2: Mapa de las estructuras de población en las regiones NUTS-3 en 2015  
 (Fuente: Adaptación propia en R a partir de Kashnitsky y Schöley con datos de Eurostat)

En la **figura 1.3** se muestra que la esperanza de vida masculina al nacer desde 1950 ha ido convergiendo cada vez más, pasando de estar dividida en dos, a concentrarse, progresivamente, alrededor de los 70 años.

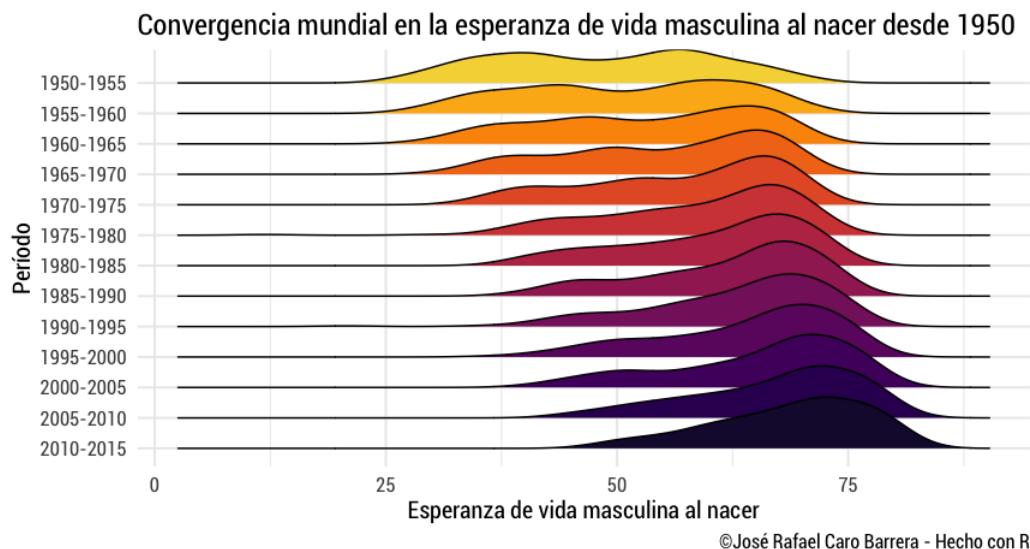


FIGURA 1.3: Convergencia mundial en la esperanza de vida masculina al nacer desde 1950

(Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de U. N. World Population Prospects 2017 Revision)

Si el envejecimiento es el problema demográfico capital del siglo XXI, los **movimientos migratorios** y la **urbanización** son el segundo problema de ese orden, dado que además ambos están íntimamente ligados.

La *migración* es el fenómeno demográfico más difícil de observar. Aunque el tema de los fenómenos migratorios se abordará más en profundidad cuando tratemos las consecuencias económicas, sociales y geopolíticas de los fenómenos demográficos al final de este capítulo y de forma más cualitativa en el capítulo 2, cuando se analicen los modelos de predicción de los fenómenos demográficos, no podemos pasar por alto el papel que la inmigración juega en la demografía y más en concreto, el papel de la migración ‘forzosa’ ocasionada por las condiciones de vida del país en cuestión.

Casi dos décadas después de que la ONU declarara el 18 de diciembre como el *Día Internacional del Migrante*, los problemas de capitalización en todo el mundo han llevado a más de 65 millones de personas desplazadas al extranjero o dentro de sus propias fronteras, la mayor cantidad jamás registrada por la Comisión de Derechos Humanos de las Naciones Unidas (ACNUR).

Prácticamente regiones de todo el mundo sufren movimientos migratorios masivos y éxodos descontrolados. Las llegadas a través del Mediterráneo procedentes del norte y del África subsahariana con destino a países como España, Italia, Grecia,..., alcanzaron un máximo en 2015 de más de 1 millón de personas. El gobierno de Italia ha acogido a 650.000 migrantes desde 2014 y es el punto por donde la mayoría de los migrantes todavía cruzan la frontera, principalmente a través de Libia. En los Estados Unidos, el cruce de la frontera desde Cuba y Méjico se cobra una media mensual de entre 20.000 y 40.000 inmigrantes aprehendidos mientras intentaban cruzar la frontera de forma ilegal, según fuentes de la *Oficina de Aduanas y Control de Fronteras de los Estados Unidos*<sup>3</sup>. El conflicto en Siria, que se prolonga ya durante ocho años, arroja más de 5.5 millones de refugiados, principalmente en Jordania, Irak y Egipto, de acuerdo con la *Agencia de Refugiados de las Naciones Unidas* y según este organismo, hay más de 6.5 millones de desplazados dentro del país. En Venezuela, debido a la crisis política y económica, la ONU calcula que entre 2014 y 2017 han salido del país 2.3 millones de venezolanos a destinos tales como Brasil, Colombia, Ecuador y Costa Rica, en un éxodo que supera al de cubanos y ya casi rivaliza con el que se vive en el Mediterráneo. En los últimos meses la crisis de los rohingya ha ido creciendo y hemos visto cómo miles de personas cruzan la frontera entre Myanmar y Bangladesh a una velocidad que no se producía desde el genocidio de Ruanda. En Nigeria, el conflicto en curso con Boko Haram ha obligado a 1.8 millones de personas a huir de sus hogares y buscar seguridad en otras partes del país.

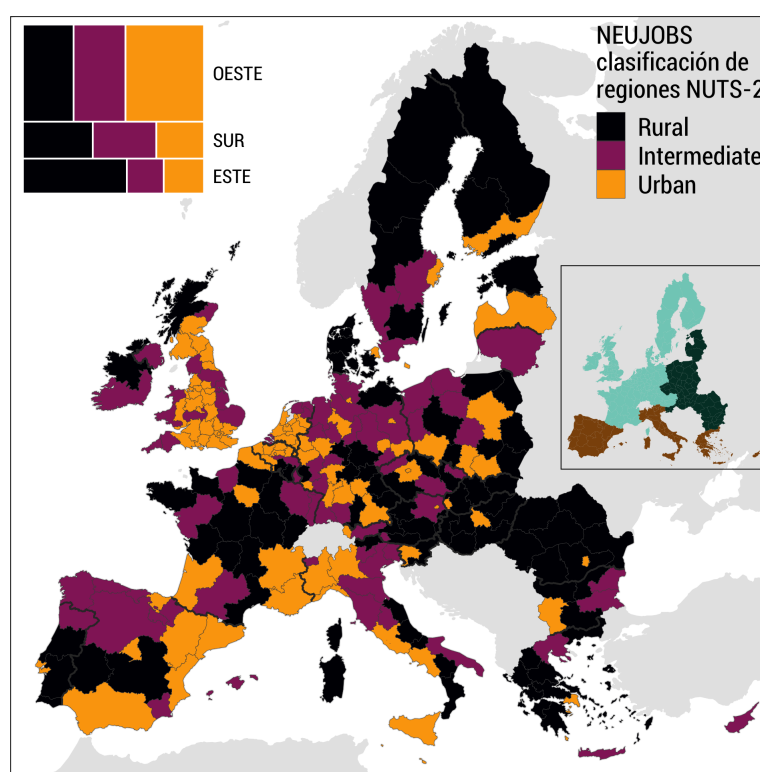
Por otro lado, el planeta está cada vez más urbanizado y cada vez son más las personas que viven en asentamientos urbanos. En 1950, un 70 % de los habitantes del planeta vivía en asentamientos rurales y sólo un 30 %

<sup>3</sup><https://www.nytimes.com/2018/06/20/us/politics/fact-check-trump-border-crossings-declining-.html>

en asentamientos urbanos. En el 2014, un 54 % de la población mundial vivía en asentamientos urbanos; y se espera que la población urbana del mundo continúe creciendo, de manera que en el 2050 habrá casi 10.000 millones de “urbanitas”. En el 2014, las regiones más urbanizadas eran América del Norte (82 %), América Latina y el Caribe (80 %) y Europa (73 %), mientras que África y Asia seguían siendo básicamente rurales (40 % y 48 %, respectivamente). Antes, aludíamos a la estrecha relación entre migración y urbanización, relación que viene establecida, según Tapinos (1990) [7], en tanto en cuanto la variación de la población urbana resulta de tres elementos: el crecimiento natural de la población urbana, el saldo migratorio campo/ciudad y el cambio de categoría (‘efecto reclasificación’) de zona rural a urbana debido al incremento de efectivos de pequeñas aglomeraciones. Croacia, sin ir más lejos, se encuentra entre los diez países con mayor ritmo de despoblación del mundo. Desde 1990, 348.000 personas han abandonado el país, lo que es casi 23 veces más que los muertos durante la guerra de 1991-1995.

En la **figura 1.4** se observa la clasificación urbana y rural de las regiones NUTS-2<sup>4</sup> de Europa. Según las Naciones Unidas, en 2014 casi las tres cuartas partes de la población europea vive en regiones urbanas. Según esta clasificación, el 51 % de la población de la UE vive en tales regiones; proporción que se incrementa en 9 puntos porcentuales añadiendo las zonas intermedias a la categoría urbana, lo que viene ocasionado por el hecho de que las personas que viven en zonas intermedias (regiones en los alrededores de grandes ciudades) son consideradas como habitantes de ambientes urbanos, (De Beer y otros, 2014) [8].

#### Clasificación Urbana / Rural de las regiones NUTS-2 de Europa



Clasificación: De Beer, J., Van Der Gaag, N., & Van Der Erf, R. (2014). Nueva clasificación de las regiones urbanas y rurales en Europa NUTS-2. NIDI Working Papers, 2014/3. Extraído de <http://www.nidi.nl/shared/content/output/papers/nidi-wp-2014-03.pdf>

Hecho con R - © José R. Caro Barrera a partir de I. Kashnitsky

FIGURA 1.4: Clasificación urbana/rural de las regiones NUTS-2 de Europa  
(Fuente: Eurostat)

<sup>4</sup>La Nomenclatura de Unidades Territoriales Estadísticas (NUTS en sus siglas en francés), es una clasificación elaborada por Eurostat que se ha venido utilizando desde 1988 porque ofrece una división relativamente uniforme de unidades territoriales que facilita la comparabilidad de las estadísticas regionales de la Unión Europea. La NUTS se basa en las divisiones institucionales vigentes en los Estados miembros, es decir, en las regiones definidas según el criterio normativo, cuyos límites responden a una voluntad política generalmente basada en factores históricos, económicos o culturales. Se divide en una clasificación jerárquica de cinco niveles (tres regionales y dos locales) que subdivide cada Estado miembro en un número de regiones NUTS-1, que se subdividen a su vez en un número de regiones NUTS-2, y así sucesivamente.



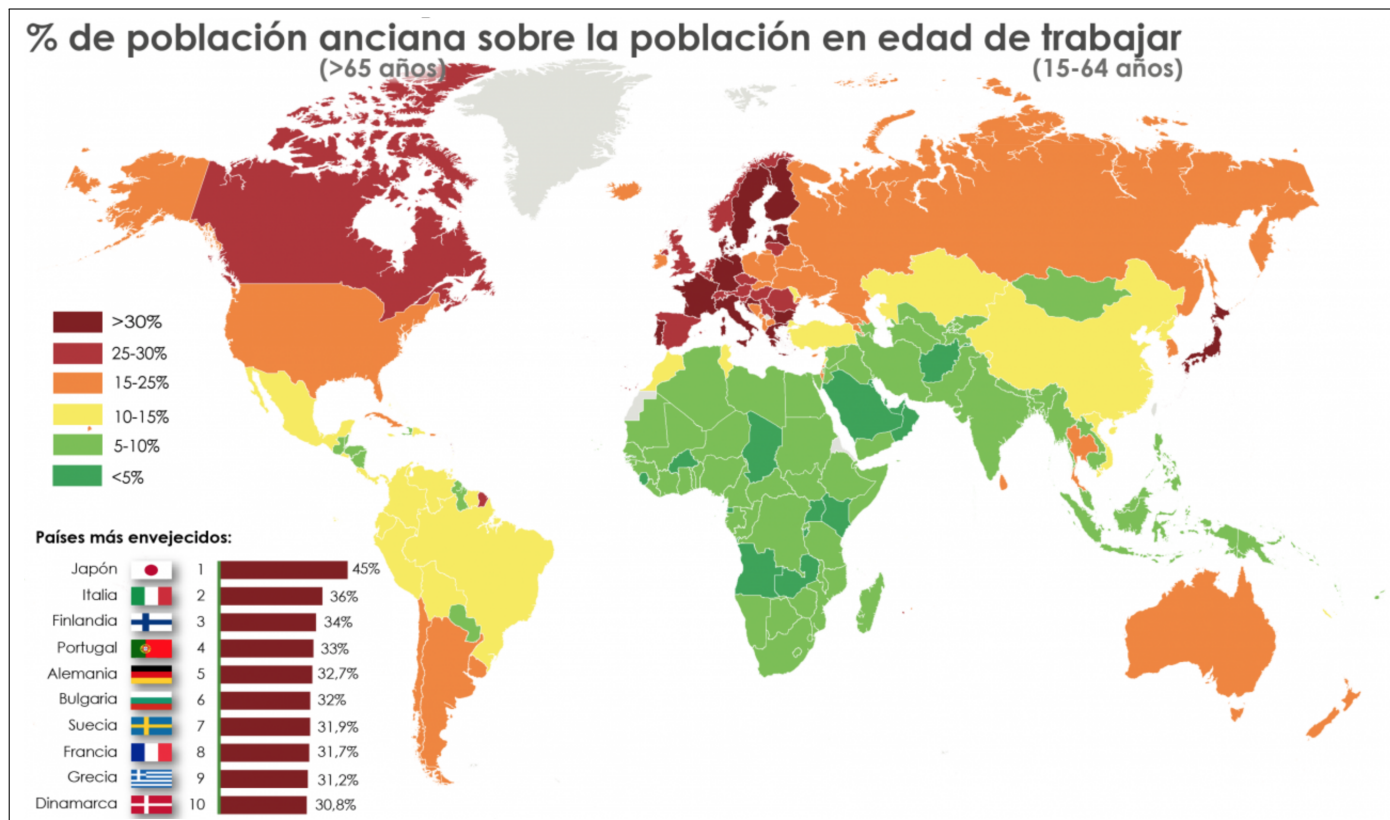


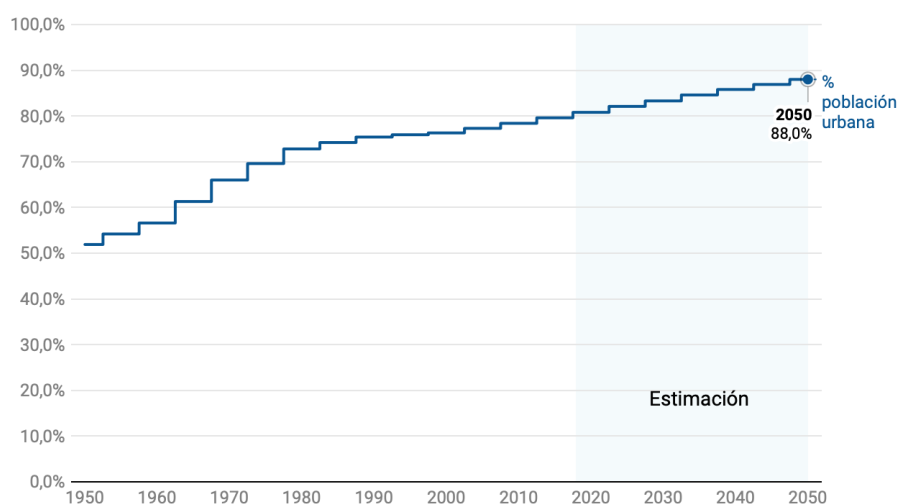
FIGURA 1.5: % de población anciana sobre la población en edad de trabajar.  
(Fuente: Banco Mundial, 2017)

España tampoco es ajena al proceso de despoblación rural y según la ONU, la brecha entre la población rural y urbana seguirá ensanchándose paulatinamente las próximas décadas en nuestro país. En 2018 el 80 % de la población española vivía en ciudades, según el Banco Mundial, y en 2050 será ya el 88 %, según las proyecciones de la *División de Población de las Naciones Unidas* (ONU) (ver figura 1.5). Antes, en 2035, la previsión es que casi un tercio, el 28 % de españoles, viva repartido entre Madrid y Barcelona. Será un 33 % si se le suman las tres siguientes urbes más grandes, Valencia, Sevilla y Zaragoza, contando las coronas metropolitanas<sup>5</sup>.

España tendrá en 2033 más de 49 millones de habitantes, 2.4 millones más que en 2019, según el INE, si se mantienen las tendencias de fecundidad, mortalidad y migraciones. En el censo actual (46,6 millones) las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona suman casi 11 millones (menos de un cuarto de la población española).

### Así ha crecido (y crecerá) la población urbana en España

Evolución del porcentaje de población residiendo en áreas urbanas en España\*



\*Incluye Canarias, Ceuta y Melilla

FIGURA 1.6: Crecimiento y evolución de la población urbana en España  
Fuente: ONU

<sup>5</sup>[https://www.eldiario.es/sociedad/Espana-vaciada-poblacion-Madrid-Barcelona\\_0\\_871763660.html](https://www.eldiario.es/sociedad/Espana-vaciada-poblacion-Madrid-Barcelona_0_871763660.html)

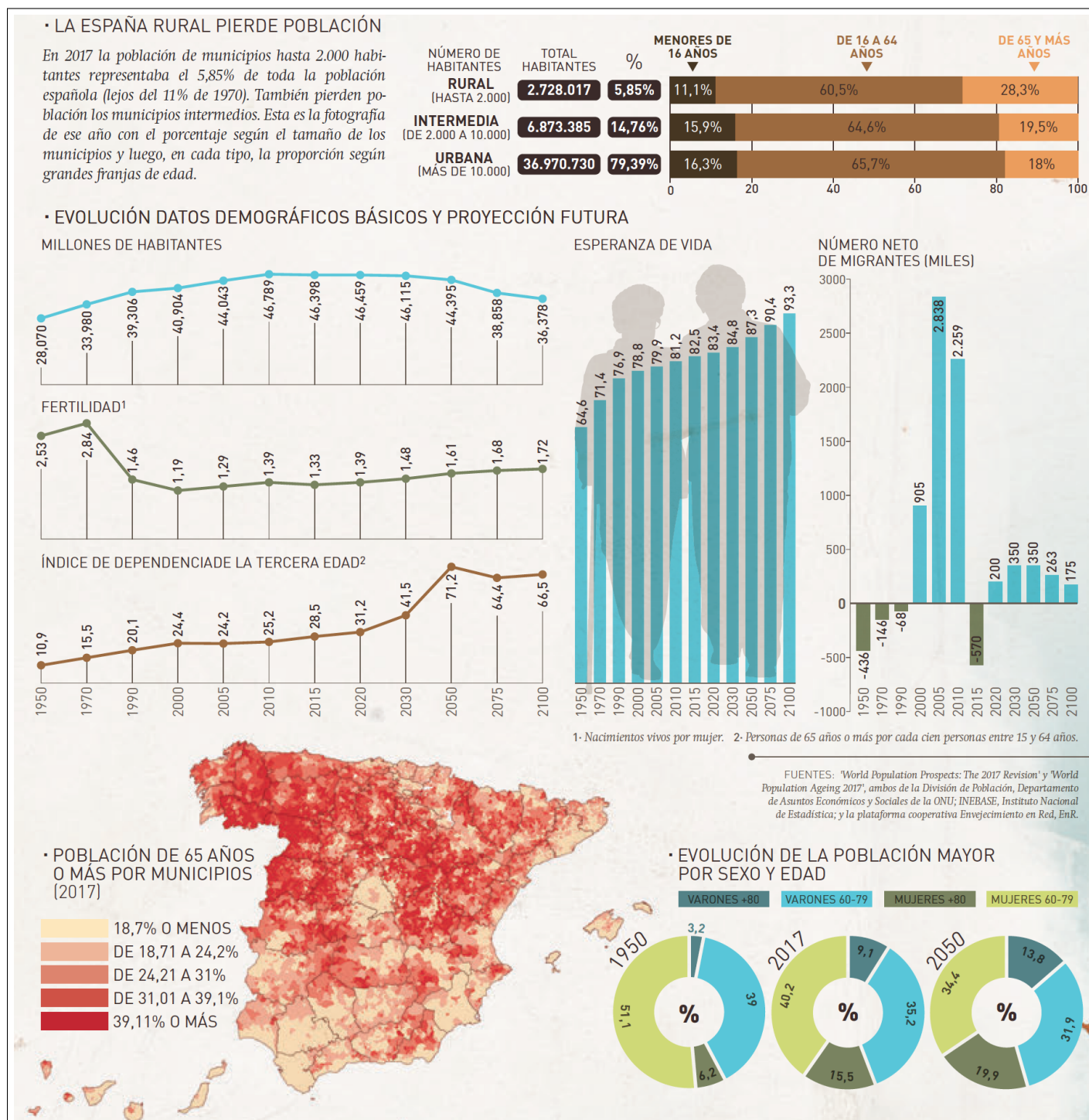


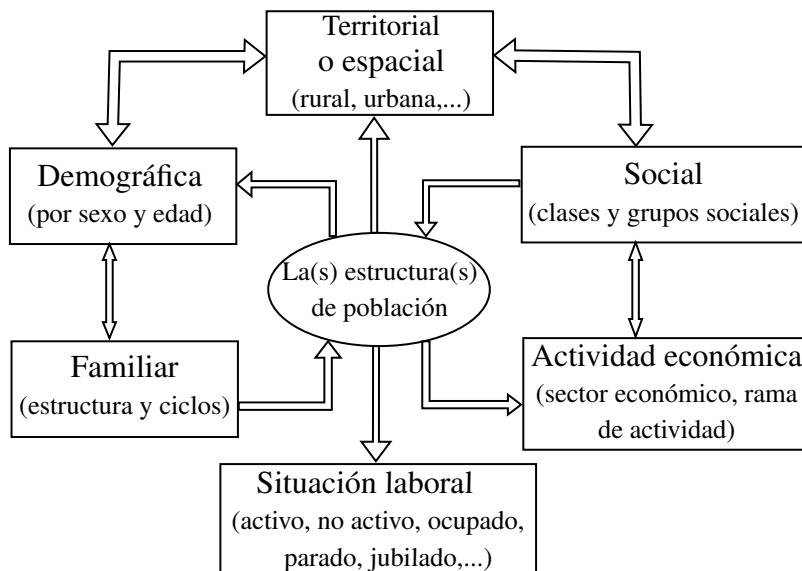
FIGURA 1.7: Estructuras de población regional  
(Fuente: Eurostat)

En la **figura 1.7** se puede observar esa pérdida de población rural que comentábamos antes; además, no deja de ser esclarecedor el dato de proyección del índice de dependencia, el cual se situará en el 71,2 % en el año 2050. Esta tasa de dependencia es definida como la ratio entre la población mayor de 65 años y la población de 15-64 años (González Martínez y Conde-Ruiz, 2018)<sup>6</sup>[9] y en comparación con el resto de países europeos, España será *el país que experimentará el mayor aumento en tasa de dependencia*.

<sup>6</sup>Si se calcula la tasa de dependencia como cociente entre la población mayor de 67 años y la población de 16-66 años, esta ratio pasará del 24,8 % actual al 60,2 % en 2050 con los datos de las proyecciones del INE (2018).

### 1.2.1. La estructura demográfica

La estructura demográfica es el modo en que está repartida una población según cualquier clasificación de las personas que la componen (estado civil, nivel de estudios, región de residencia, edad o cualquier otro parámetro medible y clasificable).



Dicha estructura demográfica va, indisolublemente unida a la variable *tiempo*, de hecho, y según señalan Vinuesa y otros (1997) [10], ésta desempeña un papel fundamental, pudiendo tener tres clasificaciones según el tipo de análisis que se haga. De este modo, *a*) si se refiere al momento en el que se hace la observación demográfica se habla de tiempo **cronológico o de calendario**; *b*), si se trata del tiempo transcurrido desde la experimentación de un evento-origen, es trata de tiempo como **duración**; finalmente, *c*) el tiempo como **línea de vida**, se refiere a la cohorte de pertenencia de un individuo.

Dentro del análisis demográfico, el primer dato del que se ocupa esta disciplina es el de *efectivo de una población*, distinguiendo entre *población total* y *población media*. Normalmente, la población presente en el momento de la observación se suele asociar a la *población total*, aunque en los censos de población se suele diferenciar entre población ‘presente’, es decir, con presencia física en el momento de la observación y población ‘de derecho’, o sea, los residentes habituales en el lugar de la observación. A la población de un territorio durante un período concreto, normalmente un año, se le denomina *población media*.

Por defecto, las clasificaciones más simples de las poblaciones son según la edad y el sexo. Son las etapas iniciales y básicas a la hora de definir a un individuo. La edad es una característica que puede plantear ciertas dificultades dependiendo de si se trabaja con datos individuales o agrupados. En los datos agrupados, donde la edad y debido a que en un grupo referido un año de nacimiento habría individuos con diferente fecha, implicaría hablar de *generación*; es decir, en una muestra poblacional se puede establecer una clasificación de los individuos observados en base a la edad y a la generación a la que pertenece. Esta doble clasificación de los individuos se puede analizar mejor con el **diagrama de Lexis**, procedimiento gráfico que permite clasificar los acontecimientos por períodos anuales de observación, edad y generación de los individuos implicados. En la **figura 1.8**, se muestra este tipo de diagrama, donde sobre un eje de coordenadas rectangulares se sitúa en la abscisa los años de calendario y en la ordenada, las edades.

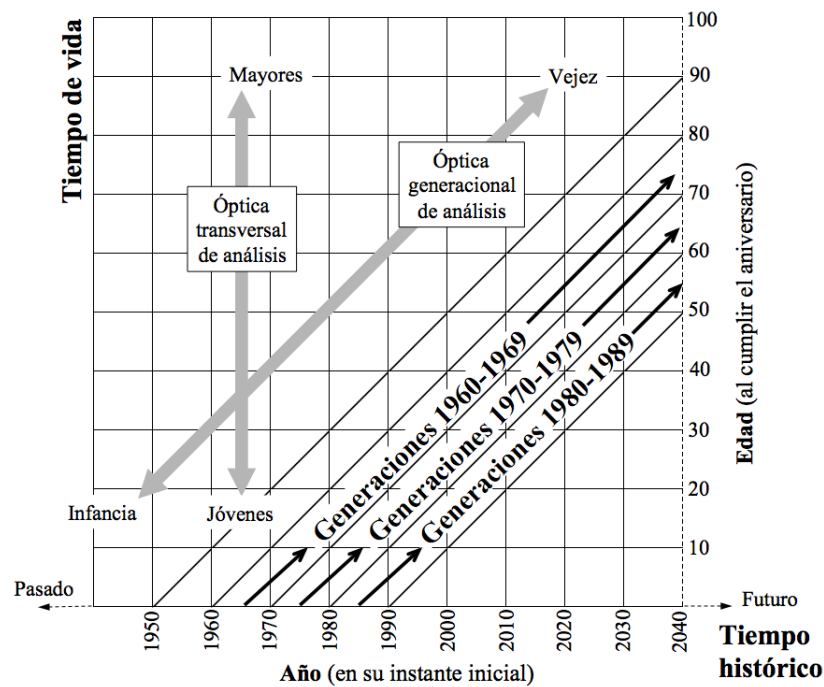


FIGURA 1.8: Diagrama Lexis  
(Fuente: Elaboración propia)

Por ejemplo, en la **figura 1.9**, supongamos que el primer año de calendario sea 1960, considerando un individuo nacido el 1 de enero de 1960. Se traza una OD, llamada línea de vida, sobre la cual se inscriben los acontecimientos que la conciernen (matrimonio, nacimiento del primer hijo, del segundo,..., muerte). Esta línea se traza de tal manera que, en todo momento, satisfaga la doble referencia de tiempo según la edad y de año calendario. En esa misma figura, están representadas las líneas de vida de dos individuos, uno nacido el 1 de enero de 1960, casado a los 25 años y muerto a los 58 años; el otro, nacido el 1 de enero de 1973, casado a los 20 años, padre de un primer hijo a los 30 años, de un segundo a los 35 años y muerto a los 43 años.

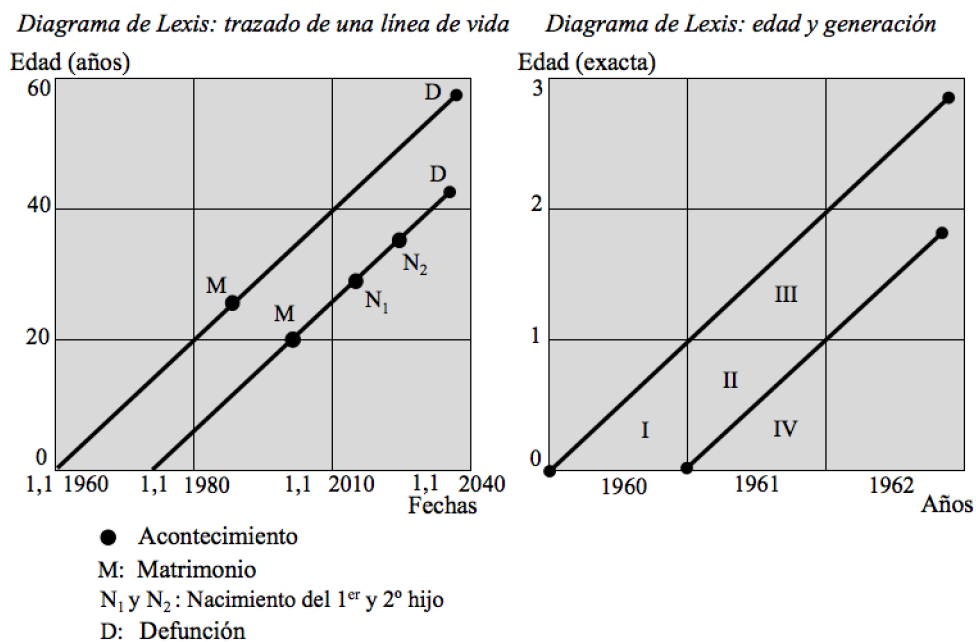


FIGURA 1.9: Modalidades de diagramas de Lexis  
(Fuente: Elaboración propia)

Las líneas de vida de todos los individuos entre el 1 de enero de 1960 y el 31 de diciembre de 1960 pueden



ser representadas por un conjunto de rectas paralelas a la primera bisectriz, pero de longitud desigual. Repitiendo la operación para todos los individuos nacidos en 1960, se obtiene la *generación de 1960*. Se puede hacer lo mismo para 1961, 1962, etc. La representación de los datos sobre millares de individuos en un diagrama de Lexis consiste en indicar el número de líneas vida que cortan los segmentos horizontales y verticales y el número de puntos-acontecimientos situados sobre una superficie dada.

Los acontecimientos relativos a una misma edad se leen horizontalmente, los que conciernen al mismo año civil, se leen verticalmente. De hecho, en el segundo diagrama de la **figura 1.9**, los acontecimientos que conciernen a la generación de 1960 durante un año de calendario (1961, por ejemplo) se refieren a dos grupos de edades diferentes (II y III); los acontecimientos suceden a una edad cumplida (edad cero años cumplidos, por ejemplo), refiriéndose a dos años calendario (I y II). Los acontecimientos relativos a un año calendario y concernientes a los individuos que tienen la misma edad cumplida (por ejemplo, 0 años), se refieren a dos generaciones, en este caso 1960 y 1961 (II y IV).

### **Distribución por sexo y edad.**

Ya se ha mencionado anteriormente que tanto la edad como el sexo son las características más importantes en el análisis demográfico a la hora de definir una población.

La **distribución por sexo** viene definida como el cociente a cada edad del efectivo masculino,  $P_m$ , entre el efectivo femenino,  $P_f$ , es decir  $P_m/P_f$ , obteniendo así la *relación de masculinidad*. El mismo ratio pero a la inversa, esto es,  $P_f/P_m$ , nos proporciona la *relación de feminidad* (Tapinos, 1990) [7].

Tal y como se puede ver en el **cuadro 1.2**, desde el nacimiento hasta los 54 años, la proporción de los varones es superior a la de mujeres; a partir de los 54 años, el ratio de masculinidad se invierte, pasando a haber más mujeres que hombres, en un ratio más elevado. No obstante, en las edades superiores las diferencias son mayores a consecuencia de la mortalidad y la migración. Con todo ello, en la población total predomina ligeramente el sexo masculino, con un ratio  $P_f/P_m$  de 1.02, según estimaciones de 2016 (**figura 1.10**)

Al nacer	0-14 años	14-24 años	25-54 años	55-64 años	65 en adelante	Total población
1.03 hombre/mujer	1.07 hombre/mujer	1.07 hombre/mujer	1.02 hombre/mujer	0.85 hombre/mujer	0.81 hombre/mujer	1.02 hombre/mujer

CUADRO 1.2: Ratio de sexo por intervalo de edad

(Fuente: Indexmundi.com)

Por otro lado, como se muestra en la **figura 1.10** es interesante observar también el ratio de sexo por país:

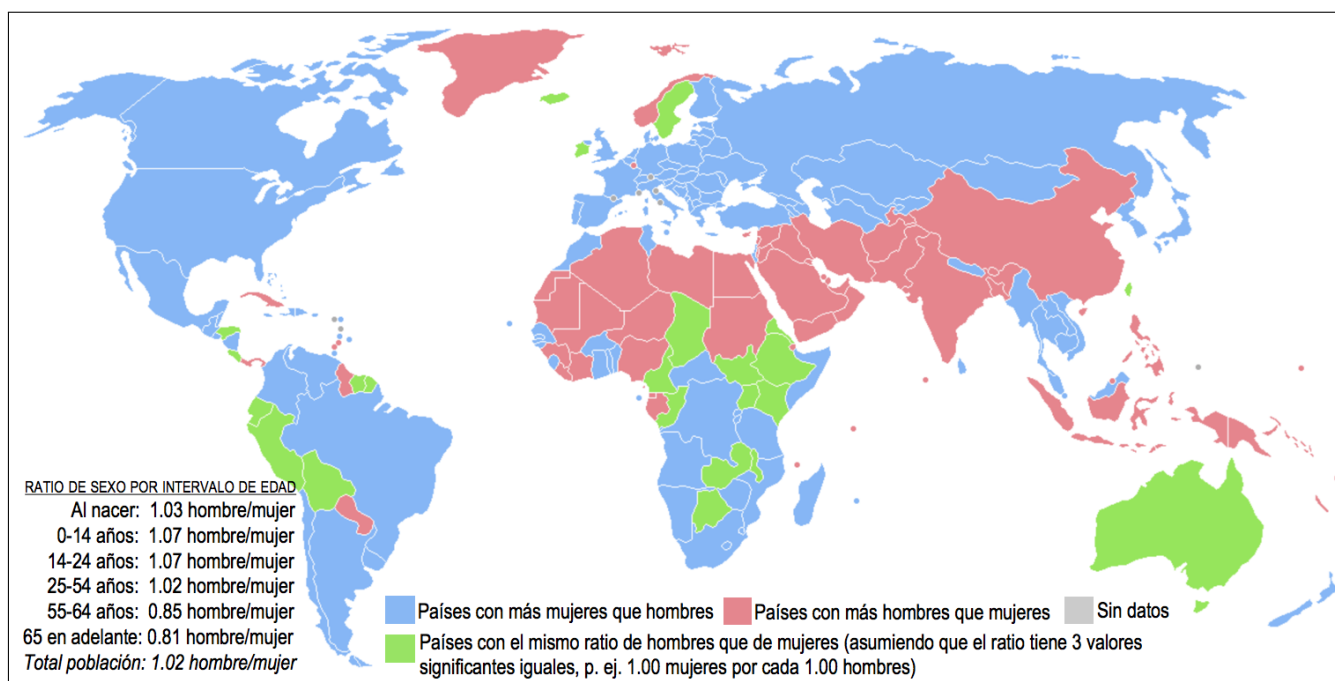


FIGURA 1.10: Mapa del ratio de sexo por país y por intervalo de edad

(Fuente: CIA World Factbook, 2016)

donde se puede apreciar que a pesar de haber un mayor número de países con un ratio femenino más alto (prácticamente toda Europa, casi todo el continente americano y algunos países de África), en las zonas donde hay mayor número de hombres que de mujeres se encuentran países como China, India, Nigeria, Indonesia y Pakistán, por ejemplo, que pertenecen a las regiones con más población del mundo.

La **distribución por edad** permite clasificar poblaciones sobre la base del cálculo de índices, así, los ratios más comunes a la hora de clasificar a la población por edad son:

- La *relación de dependencia*, viene dada por la proporción de los individuos en edad de no generación de actividad económica – clases de edad 0-19 años y más de 65 años– con respecto a los individuos en edad de actividad: 20 a 64 años. Estos dos índices desagregados no permite obtener, un *índice de juventud* (inactivos jóvenes/población en edad activa) y un *índice de vejez* (inactivos de edad avanzada/población en edad de actividad).

- La *proporción de activos* compara la población en edad activa con la población total. A veces, a esta proporción se le llama *tasa de actividad*, aunque realmente y siendo estrictos, la tasa de actividad es una media ponderada de la población en edad de actividad por las tasas de actividad por edades.

- El *índice de reemplazo de la población en edad de actividad*, que relaciona las entradas en «actividad» con las «salidas» de actividad.

### **La pirámide de edades.**

De todos los instrumentos de análisis demográfico conocidos, la *pirámide de edades* (también llamada *pirámide de población*), es el más útil para explicar la distribución por edad y sexo de una población. Básicamente se trata de construir dos histogramas de barras (o un histograma diferenciando dos cuadrantes: la izquierda para los hombres y la derecha para las mujeres, de ahí su utilidad para explicar el atributo del sexo) sobre un eje cartesiano donde el eje de abscisas representa las proporciones (o efectivos) y el eje de ordenadas las edades o grupos de edad. La confección de una pirámide de población no entraña grandes dificultades, a excepción de algunos aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de confeccionar los grupos de edad, por ejemplo, problema derivado de la desagregación de los datos, así como la elección de la representación de las frecuencias (en cifras absolutas o convenientemente transformadas en valores relativos), lo cual dependerá del uso que se le vaya a dar a tal instrumento.

Lo verdaderamente interesante o útil de la pirámide de edad es su lectura e interpretación. Aparte de ofrecer una imagen global de la evolución dinámica de una población, si se construye con cierta periodicidad, la forma de su silueta denota los cambios experimentados por la población debido a los fenómenos demográficos (natalidad, mortalidad y migración), ya que estos van modelando la composición de la pirámide a lo largo del tiempo. En la **figura 1.11** se muestran las pirámides de población de diferentes países, por ejemplo, **Yemen** presenta una **estructura joven**, con una forma cóncava y una base desarrollada, como consecuencia de una mortalidad por edades baja y de una fecundidad menor. **China**, por su parte, presenta una **población madura o en transición** donde hay mayor igualdad entre las poblaciones joven y adulta y un porcentaje de población vieja más reducido; los **Estados Unidos**, a pesar de tener una población también madura, presenta la variante de la inmigración (tanto masculina como femenina) en la línea más clásica de país tradicionalmente inmigratorio y rico (al igual que Canadá o Australia).

En cambio, países como **Rusia y Japón** están caracterizados por una **estructura demográfica madura o regresiva**, con una base progresivamente debilitada (a causa de una caída prolongada en el tiempo de la fecundidad, una cúspide desarrollada (consecuencia de una larga esperanza de vida de la población) y unos grupos de edades adultos importantes. Particularmente curioso es el caso de **Catar** y la mayoría de los países de Oriente Medio productores de petróleo, donde a la estructura demográfica propia, la cual suele ser joven, se suma una inmigración adulta joven masculina de carácter laboral, debido a la atracción que ejercen estos países por motivos de trabajo.

Por otro lado, la pirámide de edad pone de manifiesto la proporción de gente anciana, la cual no es la misma en cada población, ni tampoco lo es la tasa de envejecimiento de la misma; es más, edad cronológica y edad funcional pueden diferir, ya que por ejemplo, algunas personas pueden trabajar productivamente hasta la edad de 70 u 80 años, mientras que otras se vuelven improductivas a una edad más temprana; ello depende del tipo de trabajo que se desempeñe y el país. Además, la proporción de la población anciana crece conforme a los ingresos per cápita, lo cual es lógico pues la esperanza de vida es mayor en países más industrializados, como resultado de las condiciones sanitarias, asistenciales y de calidad de vida (World Bank, 1994) [11].

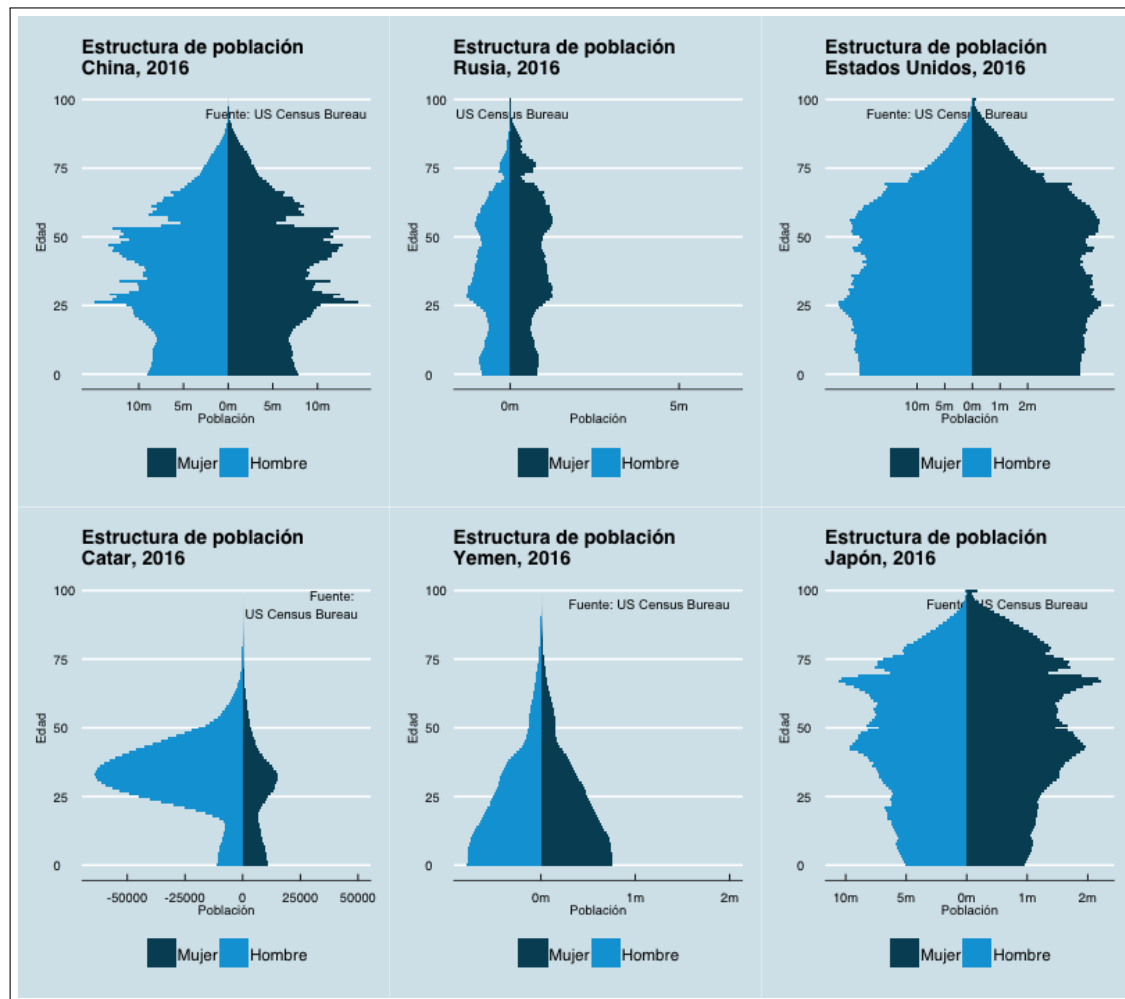


FIGURA 1.11: Comparativa de las pirámides de población de algunos países  
(Fuente: Elaboración propia a partir de datos de U.S. Census Bureau)

Según lo anterior, y de acuerdo con [10], en países donde la evolución de su estructura viene determinada y desequilibrada por los flujos migratorios, la utilidad de las pirámides de edad para estudiar esta dinámica y prever los efectos de la composición en la población es de especial importancia.

### 1.2.2. Análisis longitudinal y análisis transversal

A la hora de estudiar los cambios demográficos y sus mecanismos existen dos tipos de análisis según el enfoque hacia el que se oriente. De este modo, el *análisis longitudinal o histórico* es aquel en el que se fija un grupo de personas (ya sea una cohorte o una generación) y se sigue su evolución a través del tiempo, estudiando los diferentes fenómenos que le afectan.

Por el contrario, el *análisis transversal* es aquel que fija un periodo de tiempo, por ejemplo, una año, y se siguen todos los acontecimientos ocurridos durante ese periodo de tiempo: nacimientos, matrimonios y muertes.

El análisis longitudinal plantea el inconveniente de que no puede ser calculado hasta después de la ocurrencia del fenómeno, presentando así una visión diacrónica (en el sentido de que analiza la evolución a través del tiempo) de los fenómenos demográficos [10], por ello, este análisis no es muy frecuente. En cambio, el análisis transversal es una aproximación en la que considera el momento de la observación. Es decir, tiene perfecta correspondencia temporal con el fenómeno que se observa.

Como vimos en el punto 1.2.1, las relaciones entre ambos análisis y el diagrama de Lexis vienen dadas según el enfoque u objetivo del estudio; así, el análisis longitudinal respecto a dicho diagrama se fundamenta en el estudio de una generación en el curso de varios años; por contra, el análisis transversal respecto al diagrama de Lexis tiene como objetivo el estudio de las características que tiene una población formada por varias cohortes en un periodo determinado.

Estos análisis nos sirven para entender a las poblaciones y son la base de herramientas muy útiles como las tablas de mortalidad (por ejemplo y entre otras), las cuales veremos más adelante.

### 1.3. ¿Está el mundo preparado para envejecer? (La “vieja Europa” está “vieja”)

La arqueóloga lituana Marija Gimbutas<sup>7</sup>, cuyas investigaciones sobre el neolítico y la prehistoria se centraron en el sureste de Europa, en concreto, en la cultura pre-indoeuropea, fue la que acuñó el término “*vieja Europa*” para referirse a una cultura matrifocal y probablemente matrilineal, agrícola y sedentaria, igualitaria y pacífica.

Más recientemente<sup>8</sup>, durante la batalla diplomática por ir a la guerra contra Irak, el secretario de defensa estadounidense, Donald Rumsfeld, introdujo el término “*vieja Europa*” para puntuar la oposición de Alemania y Francia al uso de la fuerza en el inminente conflicto. Sea como fuere, el tópico de referirse al continente europeo como “*la vieja Europa*” cuando se le compara con otros continentes, nunca ha sido más cierto. En la **figura 1.12** se pueden observar los veinte países con mayor esperanza de vida. De estos, trece son europeos (con España en quinta posición con una esperanza de vida de 82,8 años), seis asiáticos y uno perteneciente al continente americano. Por lo tanto, es un hecho constatado que la población europea es más vieja.

#### Países con mayor esperanza de vida

Países con mayor esperanza de vida al nacer (2015)

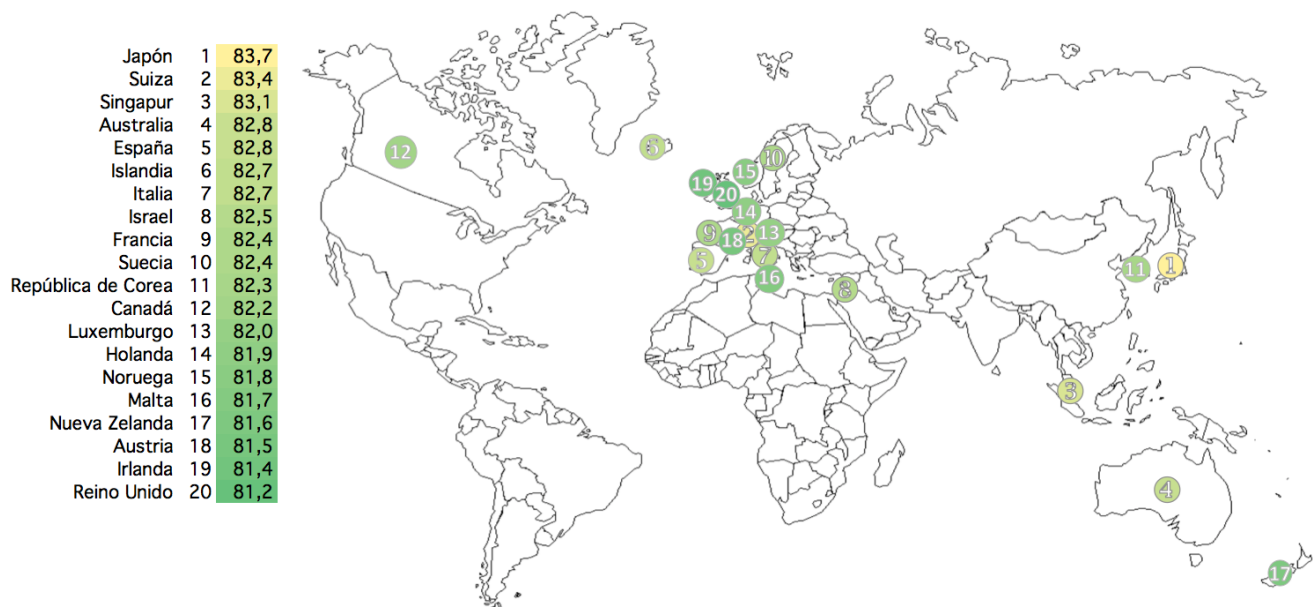


FIGURA 1.12: Países con mayor esperanza de vida al nacer  
(Fuente: Elaboración propia a partir del Ministerio de Empleo y Seguridad Social)

<sup>7</sup> “*Diosas y dioses de la vieja Europa*” (1974).

<sup>8</sup> <https://www.elcato.org/la-vieja-europa>



Hace poco (concretamente en febrero de este año), *Bloomberg*<sup>9</sup> ha publicado el índice de las naciones más saludables y de los diez países de los 169 que conforman el análisis, seis de ellos son europeos (**figura 1.13**).

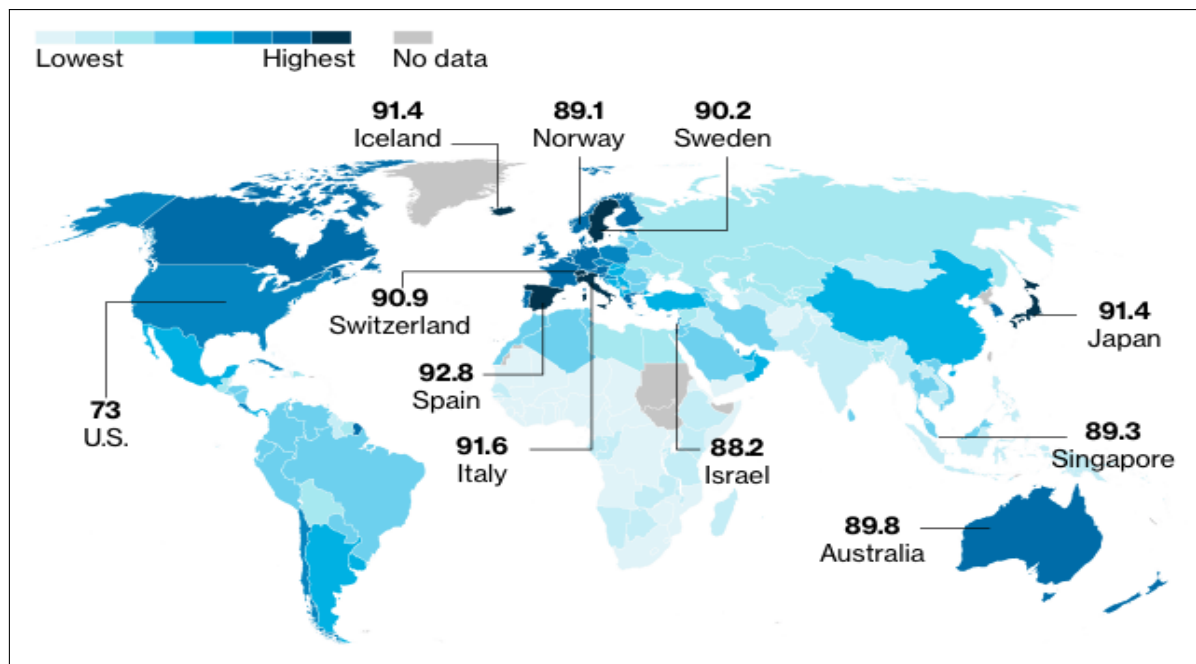


FIGURA 1.13: Índice de salud global según Bloomberg con el top 10 (más los EE.UU.) señalados  
(Fuente: Bloomberg)

Este índice contempla tanto la esperanza de vida (penalizando los riesgos provocados por el uso del tabaco y la obesidad) como factores medioambientales, incluyendo el acceso a agua potable y sanidad.

España, que en 2017 se encontraba en el sexto lugar, ha escalado hasta la primera posición, superando a Italia, Japón e Islandia, por lo tanto, se puede decir que España es el país *más saludable del mundo*, (los Estados Unidos aparecen en la 35ª posición).

Hace dos años y medio, durante el discurso sobre el Estado de la Unión, el presidente de la Comisión Europea, Jean-Claude Juncker, se lamentaba diciendo: “*el mundo es cada vez mayor y nosotros somos cada vez más pequeños*”. Se refería a que a medida que países como China, Brasil o India ganan peso, en todos los sentidos, en el panorama global, según las previsiones, en el 2050 (posiblemente ya sin el Reino Unido entre sus miembros), la Unión Europea representará el 5 % de la población total. Según datos del Eurostat<sup>10</sup>. En la actualidad, según este informe, hoy día, la UE supone el 7 % de los habitantes del planeta (en 1965 era el 13 %).

Con todo, La creciente longevidad, medida como el aumento de la esperanza de vida en la edad del nacimiento o de la jubilación, supone un desafío para los sistemas de pensiones en el ámbito mundial. El aumento de la longevidad prolonga el periodo de percepción de las retribuciones de las pensiones y, por lo tanto, aumenta las exigencias financieras de los sistemas de pensiones, ya sean de capitalización individual o de reparto. Sin embargo, los cambios que implica una mayor longevidad van más allá y afectan de forma general a todas las instituciones y en particular a las pensiones públicas (Ayuso y Holzmann, 2014) [12].

Para la mayor parte de los expertos del mundo hay una certeza; el sistema actual de pensiones en el mundo desarrollado explotará; la cuestión estriba solo en saber cuándo lo hará. El aumento del nivel de vida y la caída de la fertilidad a lo largo y ancho del mundo terminarán haciendo que los actuales sistemas de pensiones no sean sostenibles. Los expertos de Citigroup han publicado un informe al respecto [13] y la conclusión es clara: *las pensiones dentro de unos años no serán como hasta ahora, serán más bajas y las cobrarán jubilados que trabajarán más años*.

<sup>9</sup>: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-02-24/spain-tops-italy-as-world-s-healthiest-nation-while-u-s-slips>

<sup>10</sup><https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9648811/3-12032019-AP-EN.pdf/412879ef-3993-44f5-8276-38b482c766d8>

Cuando nació el primer sistema de pensiones, explican los analistas, la idea no era proporcionar un retiro confortable a los trabajadores, sino otorgar alguna protección para evitar la pobreza a los mayores. Con el tiempo esta idea evolucionó hasta un sistema que para estos expertos tendrá que dejar de ser lo que es ahora para convertirse en algo más parecido a lo que fue cuando se concibió. Para entender de dónde nace el concepto de crisis, bastan algunas cifras:

✓ Cuando se confeccionaron los sistemas de pensiones, hace un siglo aproximadamente, la esperanza de vida en los países desarrollados era de 51 años, ahora se ha elevado en unos 20 años. Esto quiere decir que los jubilados reciben pensiones alrededor de un 50 % más de tiempo que cuando fueron originados.

✓ En Europa, el aumento de la esperanza de vida y la caída de natalidad ha hecho que el número de europeos mayores de 65 años sea del 17 % de la población; previsiblemente, en 2050 esa cifra alcanzará el 26 %. En China, se espera que pase del 12 % actual, al 24 % en 2050.

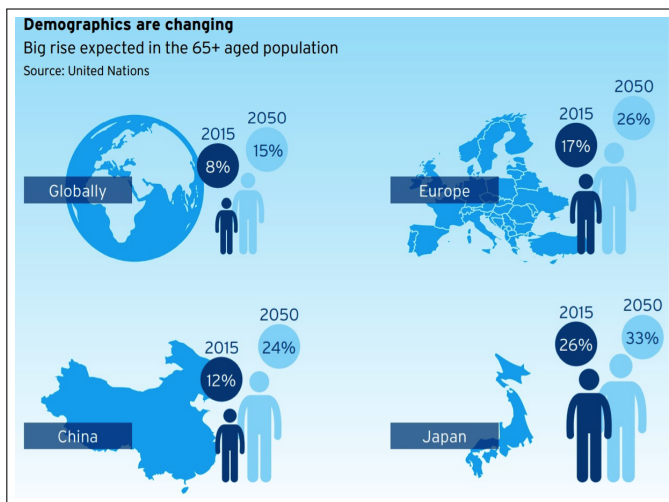


FIGURA 1.14: Crecimiento esperado (en %) en la población de 65 o más años 2015 vs 2050.

(Fuente: Naciones Unidas)

✓ Italia y España se convertirán en el segundo y el tercer país más envejecidos del mundo, respectivamente, con apenas dos habitantes en edad de trabajar por cada jubilado, lo que da la imagen de que no será suficiente para pagar las pensiones. En la actualidad en España, los trabajadores financian el pago a los actuales pensionistas, no guardan dinero para su jubilación.

En la **figura 1.16** se muestra el cambio poblacional que ha tenido lugar en los países de Europa (con sus respectivas regiones) desde el año 2012 hasta el año 2017; en esos cinco años se observa que mientras en la mayoría de los países del centro y del norte de Europa la población se ha incrementado (aunque haya regiones donde apenas ha disminuido), en España y en los países del este, el cambio poblacional ha sido negativo, es decir, la población ha disminuido. Particularmente llamativo es el caso de Turquía donde exceptuando algunas regiones del norte y del este, el resto del país ha experimentado el cambio poblacional más elevado de Europa. En estos momentos, además, los sistemas públicos de pensiones no tienen suficiente dinero guardado como para hacer frente a los pagos que tendrán que hacer en un futuro.

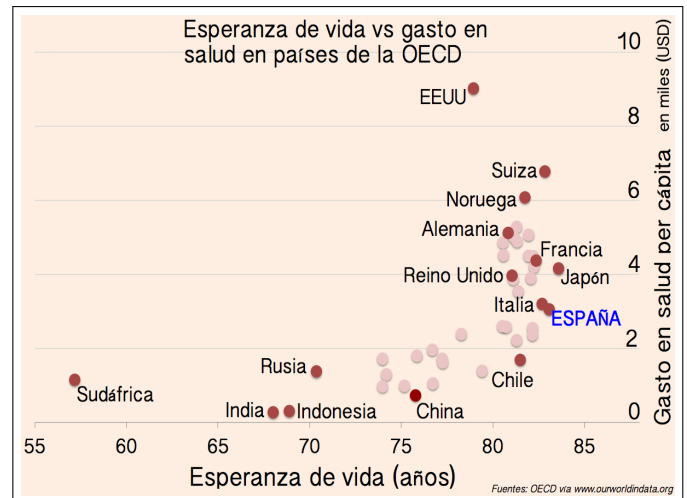
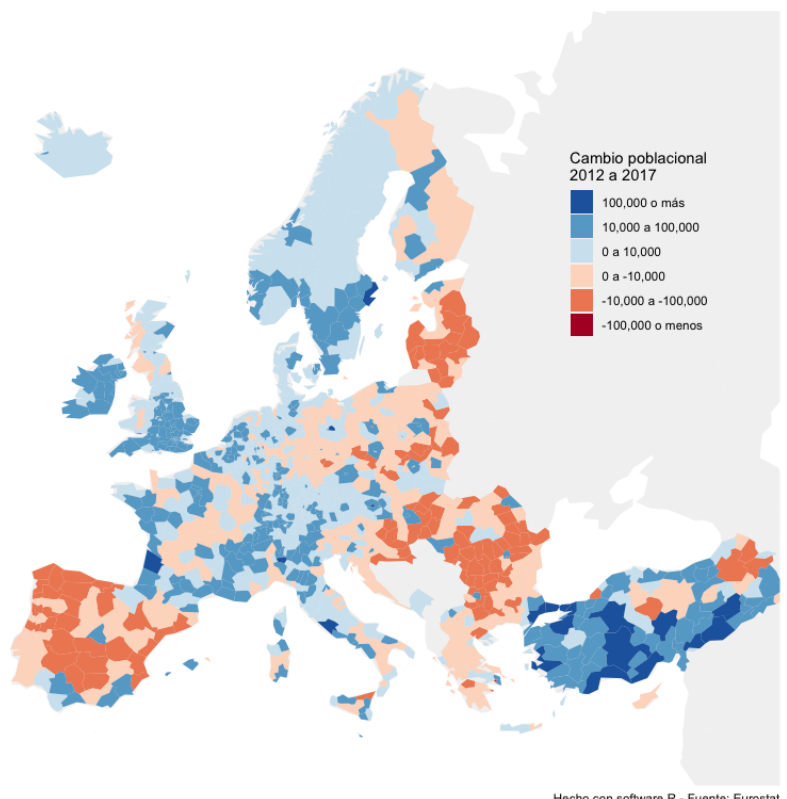


FIGURA 1.15: Esperanza de vida vs. gasto en salud en países OECD.

(Fuente: OECD vía [www.ourworldindata.org](http://www.ourworldindata.org))



Algo que afecta sobre todo a Europa, donde predominan los sistemas públicos, frente a los privados. Aseguran que en el viejo continente “el coste de estos compromisos sería más del doble a la deuda pública”. Como resultado en el futuro, los ciudadanos van a experimentar -según los expertos- ‘presiones económicas, empobrecimiento de sus niveles de vida’.

- Hay que tener en cuenta que, además, el dinero de las pensiones se invierte actualmente mayoritariamente en renta fija y que la rentabilidad de este tipo de activos se ha hundido en las últimas décadas, con lo que estamos ante un nuevo reto para los gestores.

La **figura 1.17** es un claro ejemplo de lo explicado anteriormente; en el pasado y presente, gobiernos y empresas privadas de la mayoría de los países industrializados, han asumido importantes compromisos que se extienden a lo largo de décadas en el futuro, pero en su mayoría no han conseguido aportar suficientes fondos para cumplir esos compromisos. Según el citado informe de Citigroup, se calcula que de media, en 20 de los países de la OCDE, habría un déficit para los próximos años de unos 78 billones de dólares que no aparecen en los balances de esos estados.

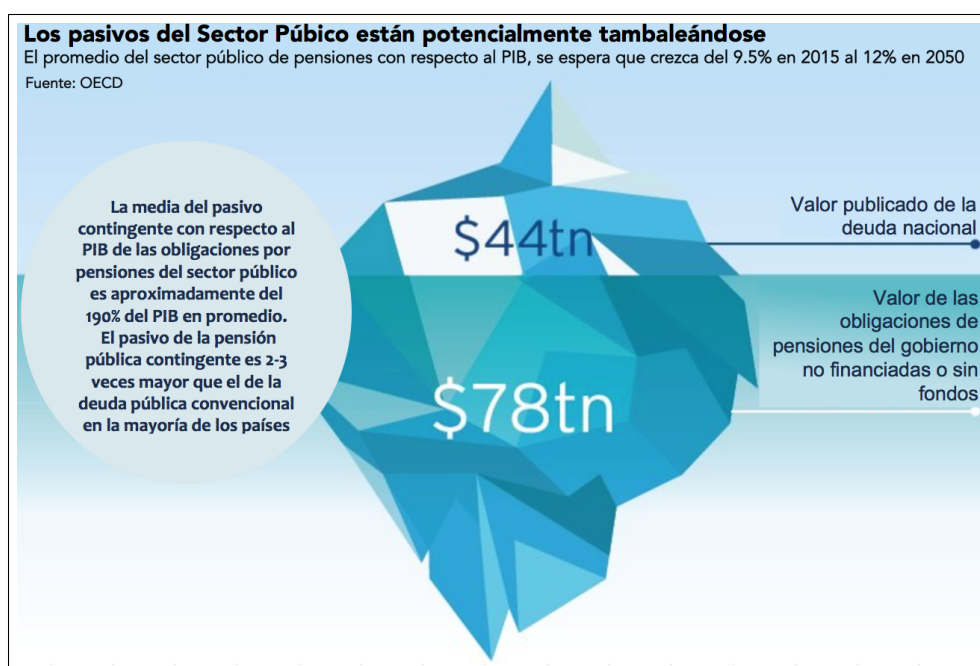


FIGURA 1.17: Comparativa entre el valor de la deuda nacional publicada y el déficit calculado en las pensiones a las que los gobiernos tendrán que hacer frente en los próximos años

(Fuente: OCDE vía [www.businessinsider.com](http://www.businessinsider.com))

Desde una perspectiva compleja, dicha cantidad es casi el doble de la deuda pendiente del gobierno de esas mismas naciones, la cual es alrededor de 44 billones de dólares. La forma de representar este dato en el informe suministrado por Citigroup es significativa y simbólica, ya que muestra la escala del problema inminente que acecha bajo la superficie y que gobiernos y corporaciones.

El uso de un iceberg es, claramente sintomático del problema al que corporaciones y gobiernos por igual se enfrentan en el futuro. Según el informe, “*si la representación no es lo suficientemente “aterradora” como para estremecernos*”, Citigroup lo refleja en palabras: “*si nos centramos en los pasivos de las pensiones del gobierno para los trabajadores del sector público y la Seguridad Social, el análisis de estos veinte países de la OCDE indica un nivel promedio de pasivos por pensiones del gobierno sin fondos del 190 % del PIB. Para ese mismo grupo de países, la cantidad reportada de todas las deudas del gobierno asciende solo al 109 % del PIB. En términos de dólares estadounidenses, estimamos que la falta de fondos para la jubilación a nivel global establecidos en los balances del gobierno de estos veinte países asciende a 78 trillones de USD, en comparación con las deudas nacionales reportadas que totalizan 44 trillones de USD. Por lo tanto, si se agregan los pasivos de la Seguridad Social y la falta de financiación de los trabajadores del sector público como una forma de “deuda contingente”, la deuda total del gobierno mundial puede ser tres veces más grande de lo que la gente*

cree actualmente. Cualquiera que sea el cálculo utilizado, los números son asombrosos. Eso equivaldría a una proporción de deuda pública/PIB de más del 300 %, lo que hace que la deuda del gobierno japonés sea similar. Como sugiere Citigroup, las matemáticas son simples, las soluciones no tanto.

“El mundo enfrenta una crisis de jubilación”, dice el banco; todas estas cifras hacen pensar a los expertos que hay que hacer algo y pronto, para evitar el cataclismo. Sin embargo, las soluciones y las oportunidades están disponibles si los gobiernos y las corporaciones toman medidas para comenzar a abordar los problemas. Estas conversaciones y acciones deben comenzar ahora y se requiere la participación de todas las partes para garantizar que no se produzca un desastre fiscal en las próximas décadas.

En este sentido, estas son las soluciones que sugieren en la entidad:

- 1) Calcular cuál será la cantidad que tendrán que pagar los estados cada año y hacerla pública (derechos de cobro reconocidos). En su opinión, es la única opción que tendrán los políticos para poder afrontar el problema de las pensiones. Los cálculos, además, tendrán que seguir unos criterios claros que deberían establecer instituciones como la Unión Europea, el FMI o la OCDE.
- 2) Vincular la edad de la jubilación a la esperanza de vida. Ellos creen que si se volviera a los inicios y los pensionistas cobrarán por un espacio de tiempo de 12 años, la nueva edad para retirarse tendría que elevarse hasta los 73 años.
- 3) A los europeos les recomienda volver a rediseñar el concepto de jubilación y relacionarlo a un pago que solo cubra las necesidades básicas, tal y como se concibió hace un siglo. Recuerda que hay países como España en el que los pagos en los próximos años triplicarán el PIB. En opinión, “la idea de que los gobiernos deben garantizar ingresos a los mayores durante más de 25 años no es sostenible en nuestra opinión”, dicen desde fuentes consultadas. En estos momentos, los pagos a pensiones en España rondan ya el 10 % del PIB y alcanzará el 15 % en los próximos años.

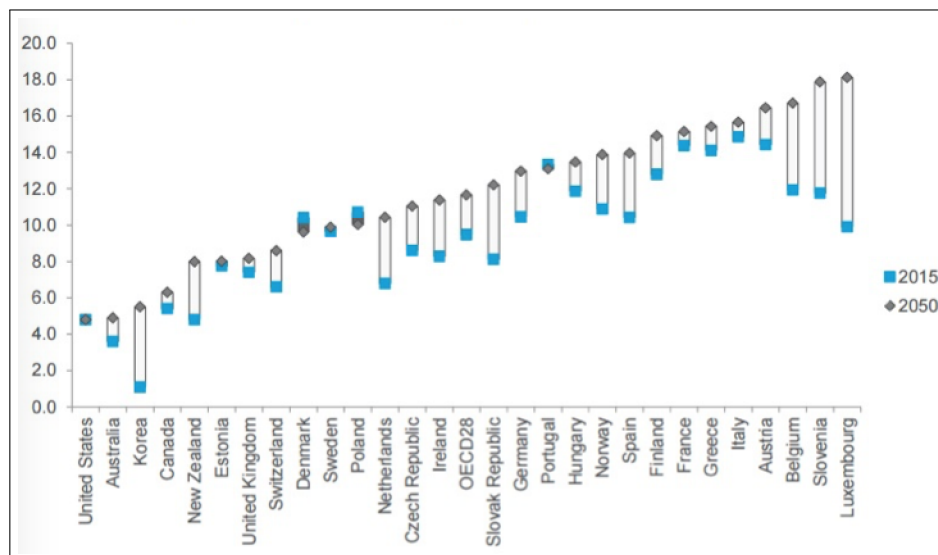


FIGURA 1.18: Estimación del pago del Gobierno en pensiones 2015 a 2050 en proporción del PIB (variaciones en los costes por pensión del sector público por país)

(Fuente: OCDE - Citi Research)

- 4) Adoptar nuevos sistemas como el holandés en los que se establece un modelo mixto (público y privado). El estado ofrece una red de seguridad pública a todos los trabajadores y que luego hace descansar en éstos la decisión de la cuantía que desean obtener a la hora de su jubilación. El estado solo les garantiza una pensión equivalente al salario mínimo. Además, luego pueden acceder a un sistema privado al que se pueden acoger empresas y trabajadores.
- 5) Incentivar fiscalmente los planes de pensiones privados y favorecer los planes de pensiones dentro de las empresas.



- 6) Proteger a los consumidores en términos de costes y de regulación.
- 7) Asegurarse que todos los trabajadores tienen acceso a un plan de pensiones en su trabajo.
- 8) Solucionar, con una perspectiva de largo plazo, los déficits de los sistemas públicos de pensiones.

Recientemente, se ha tratado de determinar si los esfuerzos del gobierno en la reducción de las desigualdades en la salud en los países europeos han provocado diferencias en las desigualdades de mortalidad por grupo socioeconómico. Este estudio, (Mackenback, 2014) [14], se realizó para todos aquellos países europeos en los cuales los datos sobre desigualdades socioeconómicas en mortalidad estaban disponibles entre los años 1990 y 2010, incluyendo países como Finlandia, Noruega, Suecia, Reino Unido (Escocia, Inglaterra y Gales), Francia, Suiza, España, Italia, Eslovenia y Lituania.

Las conclusiones básicas fueron que durante las últimas dos décadas, la evolución de las desigualdades en la mortalidad han sido más favorables en la mayoría de los países europeos de lo que comúnmente se supone. Las desigualdades absolutas han disminuido en varios países, probablemente más como un efecto secundario de los cambios de comportamiento en toda la población así como mejoras en la prevención y el tratamiento, que como un efecto de las políticas destinadas explícitamente a la reducción de las desigualdades en salud.

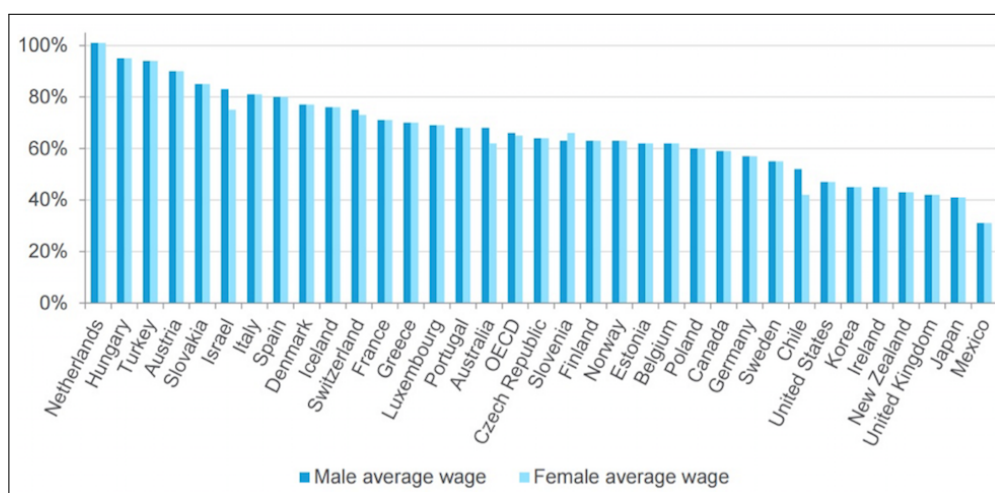


FIGURA 1.19: Tasas de sustitución de la pensión masculina y femenina, 2017  
(Fuente: OECD - Citi Research)

Las consecuencias de tal envejecimiento poblacional, como apunta la ONU en sus previsiones demográficas para las próximas décadas, advierten sobre un fuerte retroceso vegetativo y envejecimiento poblacional en los países más desarrollados. En concreto, según apuntan las principales conclusiones del estudio publicado en la revista de la *National Academy of Sciences* de Estados Unidos, (Raftery, 2012) [15] y que advierte sobre las consecuencias económicas de un fenómeno a escala mundial, en en China por ejemplo, el número de adultos en edad de trabajar por cada persona mayor de 65 años se reducirá de las 7,9 actuales a 1,6 en 2100, mientras que en la India, la misma proporción pasará de 11,1 a 2.

#### 1.4. Consecuencias económicas, sociales y geopolíticas de los desequilibrios demográficos: algunas teorías (pocas) y evidencias (muchas).

Las consecuencias del continuo crecimiento de la población siempre han sido objeto de ‘encendidos’ temas de debate, especialmente desde un punto de vista teórico, donde dos corrientes opuestas en sus fundamentos han tratado de explicar la naturaleza y consecuencias de las influencias demográficas. Sin extendernos demasiado en estas dos “teorías”, señalaremos que la primera, desarrollada en los años 30 y denominada *teoría del estancamiento*,<sup>11</sup> percibe el crecimiento demográfico como un estímulo para el desarrollo económico. Según Hansen, 1939 [16]: “los economistas formados en la tradición de la teoría malthusiana piensan en términos

<sup>11</sup>En inglés, la “teoría del estancamiento secular” (*secular stagnation theory*), fue señalada en los trabajos de Alvin Hansen (1939) para describir un periodo prolongado de lento crecimiento económico acompañado de altas tasas de desempleo.

*estáticos y tienden a dar al cese del crecimiento demográfico una interpretación optimista*". De hecho, las ideas de Hansen se apoyan en Adam Smith quien señala que el crecimiento de la población es causa y consecuencia del progreso económico. Así para Hansen, el progreso económico consta de tres elementos: (i) invenciones; (ii) descubrimiento y explotación de tierra y nuevos recursos; y (iii) crecimiento de la población.

De este modo, el crecimiento demográfico en la segunda mitad del siglo XIX es responsable, aproximadamente, del 40 % del volumen total de la formación de capital en los países de Europa del Oeste y del 60 % en los Estados Unidos, lo que confirma que las reducciones en las oportunidades de inversión tienden a agravar las tensiones económicas y el desempleo en tanto que la demanda decae más allá de las expectativas de los inversores.

En cambio, la **teoría neo-malthusiana** concibe el crecimiento demográfico como un obstáculo para el desarrollo económico, proponiendo que una disminución en las tasas de fertilidad acelera el crecimiento de los ingresos totales y especialmente el crecimiento de los ingresos por capital. Este razonamiento se basa en tres explicaciones posibles: la mejora en la productividad por trabajador; los recursos liberados por una disminución en el ratio de dependientes (debido a la caída en el número de nacimientos); y el incremento en los ahorros debido al crecimiento en el ingreso medio.

La aproximación práctica para la comprobación de estas teorías, o más bien para comprobar la relación entre población y crecimiento económico es la idea de Chesnais, 2013 [17], por ejemplo, a la hora de calcular la correlación entre el crecimiento de la población y los incrementos en ingresos per capita a precios constantes en un periodo determinado. Este estudio no fue todo lo concluyente como para confirmar alguna de las teorías anteriormente descritas, habiendo una contradicción entre los paradigmas teóricos y la realidad histórica.

De este modo, durante la primera mitad del periodo estudiado se observó que mientras más rápido se desarrolló el crecimiento demográfico, el progreso económico tendía a ser más significativo. Sin embargo, esta observación empírica no se sostuvo para las siguientes décadas, donde países con un rápido crecimiento de la población (por ejemplo y principalmente en países del África subsahariana) experimentaron los ingresos más bajos en ingresos per cápita.

Siendo este el caso, el coeficiente de correlación entre las dos series de índices de crecimiento fue al principio positiva para luego volverse negativa y aunque la correlación era débil, parece que las diferencias en el crecimiento de la población no fueron tan determinantes a la hora de explicar los patrones del crecimiento económico.

Sea como fuere, y más allá de teorías deterministas del crecimiento demográfico propias de su tiempo, la actividad económica y las dinámicas poblacionales están estrechamente ligadas. Así, crecimiento económico y crecimiento demográfico pueden reaccionar tanto positiva como negativamente a los mismos estímulos y la evolución demográfica afecta al crecimiento a medio y largo plazo, condicionando así aspectos tan importantes como el mercado laboral o las políticas de gasto relacionadas con la vejez (lo que afecta significativamente en la distribución de la riqueza inter-generacional).

Según la AIReF [18], las proyecciones demográficas que publican algunos organismos, si son acertadas, podrían cambiar la dinámica de indicadores macroeconómicos tales como las tasas de crecimiento reales del PIB, las aportaciones del capital o el crecimiento de la productividad.

- El **crecimiento de la población incrementa la presión sobre los recursos naturales**, limitando, por ejemplo la tierra o el espacio físico. En el terreno de la agricultura esto, significa una disminución de la superficie media de tierra cultivable de acuerdo con la ley de los rendimientos decrecientes.
- Una **alta fertilidad** obliga a la mayoría de la población a dedicar su tiempo y energía a criar niños, por lo que el trabajo productivo fuera del hogar se reduce notablemente, especialmente entre las mujeres.
- El **grado de inversión necesario** para garantizar los mismos estándares de vida a miembros adicionales de la población, es que el potencial para la formación de capital público y privado se reduce notablemente. Una tasa de aumento demográfico del 3 %, por ejemplo, absorberá del 9 % al 12 % del ingreso nacional, donde la relación de aumento de capital-producción es 3 ó 4. Esto conlleva a una disminución en la inversión por trabajador, que en cambio afecta a mejoras en la productividad. Por el contrario, en los Estados Unidos, por ejemplo, la contracción del coste educativo, por un lado, y el aumento del capital humano y no humano, por otro, han sido

casi simétricos.

- A **nivel industrial**, la consecuencia más directa del incremento demográfico sobre el crecimiento económico es que bajo favorables circunstancias, la industrialización puede convertir el crecimiento demográfico en un estímulo para incrementar el nivel de vida, tanto al obtener mano de obra para explotar los recursos naturales como para ampliar los mercados necesarios para absorber y rentabilizar los resultados de la producción en masa. Es decir, el aumento demográfico puede afectar la oferta y la demanda de los agentes económicos.

- **Geográfica y políticamente**, las repercusiones de una población envejecida tienen un impacto que afecta, dependiendo de la intensidad con que el proceso de desarrollo demográfico se despliegue, al resto de estamentos y sectores de cualquier país.

A nivel político, el envejecimiento demográfico lleva unido un envejecimiento de la masa electoral, lo cual explicaría los resultados electorales (entre otros factores) y, sobre todo, las políticas aplicadas. Además, en esta situación, la proporción de jóvenes es relativamente escasa y con un peso más débil, lo cual tiene su reflejo, por ejemplo, en las partidas presupuestarias a la formación básica, el fomento del empleo, la investigación para la mejora de la competitividad del país, etc... Esto conduce al sector joven a movilizarse y buscar alternativas formativas y laborales ante un panorama dominado por un sector mayoritariamente avejentado de la población.

Por otro lado, en un país con una población envejecida y con poco aumento de la fecundidad la población nacional y por ende, la población activa, termina por disminuir, por lo que la intensidad de esa disminución demográfica solo podría ser paliada por un saldo migratorio que la compense. Esto significa que se podría producir un incremento de la llegada de extranjeros con el consiguiente *efecto llamada* por la necesidad de mano de obra exterior para poder atender la demanda de empleo que ofertan las empresas. Este caso puede dar lugar a tensiones políticas internas, como actualmente está sucediendo en nuestro país, donde “*se ve a los inmigrantes como una amenaza al pensar que son competidores y que empujan a la baja salarios y ventajas fiscales*”, (Dumont, 2018) [19].

## 1.5. Conclusiones del capítulo

En su *Tratado Sobre las Causas de la Grandeza de las Ciudades*, (1588) [20], el pensador italiano Giovanni Botero describió la dinámica demográfica de una ciudad como resultado del diferencial entre la capacidad de la ciudad para generar nuevas personas (es decir, el ‘virtus generativa’) y su capacidad para producir medios de subsistencia (es decir, el ‘virtus nutritiva’). Según Botero, la mayoría de las causas de muerte prematura en ese momento (hambrunas, delitos, enfermedades,...) estaban relacionadas con una capacidad insuficiente para producir alimentos. Botero también interpretaba la historia humana, sus guerras y conflictos, como una historia de lucha por la tierra y, por lo tanto, como medio de subsistencia. Esto pone de manifiesto que el estudio de la población ha sido un tema tratado desde hace cientos de años y desde hace décadas viene siendo objeto de “encendidos” debates.

Mucho ha cambiado desde que Botero escribió su tratado; el progreso tecnológico y médico han posibilitado que diera lugar lo que a principios del siglo XX se conoce como *transición demográfica*, es decir, a una mejora de las condiciones de supervivencia (Pestieau y Ponthiere, 2016) [21].

Los gobiernos e instituciones colectivas requieren una idea precisa sobre el tamaño futuro de diversas entidades como la población, los recursos, la demanda, el consumo, etc., para sus actividades de planificación. Para obtener esta información, los estadísticos y matemáticos analizan el comportamiento de las variables conectadas en función de los datos anteriores y, utilizando las conclusiones extraídas del análisis, hacen proyecciones futuras de la variable apuntada. Sin embargo, si nos preguntamos si los datos demográficos tienen el valor único e indiscutible que les proporciona la estadística o las matemáticas, quizás no tengamos una respuesta tan contundente o rotunda como cabría esperar.

Hemos visto que el envejecimiento demográfico representa un gran desafío para todas las economías industrializadas y para un gran número de países en desarrollo. Por ejemplo, en la **figura 1.20**, hemos representado la evolución de la esperanza de vida en los países europeos desde 1966 hasta 2016 y vemos que paulatinamente ha

ido incrementándose en todos, pasando de tener una media de entre 60 y 70 años en los años 60, a un predominio de una esperanza de vida de 80 años.

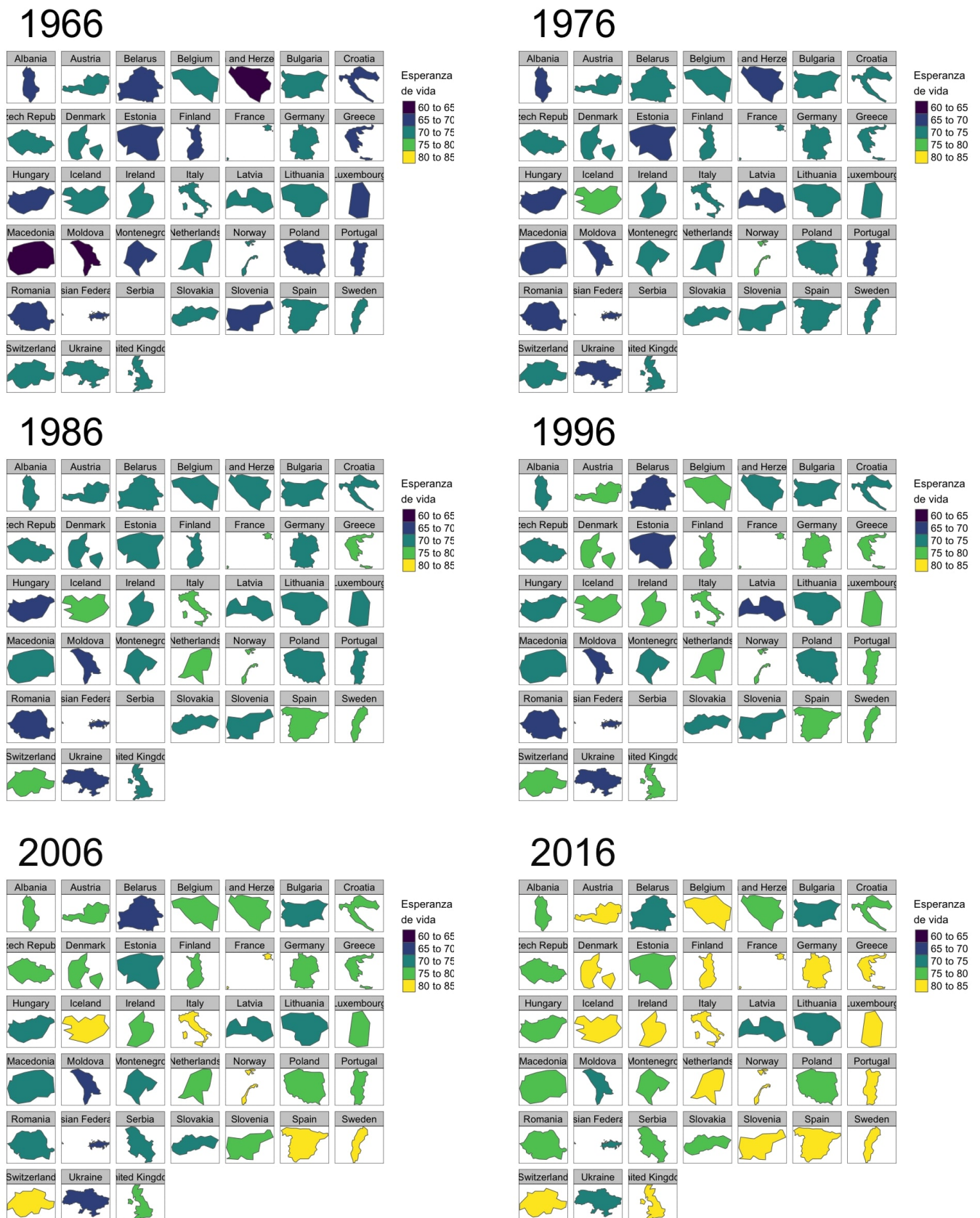


FIGURA 1.20: Evolución de la esperanza de vida en los países europeos desde 1966.

Fuente: Elaboración propia con **R** a partir de datos de Eurostat



Si bien un aumento en la edad promedio es una tendencia común en todo el mundo, los factores que conducen a tales cambios varían según los países; se pueden remontar a disminuciones en las tasas de fertilidad y aumentos en la longevidad, aunque en diferentes magnitudes y en diferentes economías. Existen varios estudios que investigan cómo los factores institucionales y las respuestas de comportamiento pueden afectar el impacto del envejecimiento en la acumulación de capital; por ejemplo, Bloom y otros, (2007) [22], señalan que las mejoras en una esperanza de vida saludable deberían generar aumentos en la edad media de jubilación, con poco efecto en el ahorro. Sin embargo, en muchos países, los incentivos de jubilación en los programas de seguridad social impiden que las edades de jubilación se mantengan a la par que los cambios en la esperanza de vida, lo que lleva a una mayor necesidad de ahorro en el ciclo de la misma.

Hemos visto que la población crecerá más lentamente, sí, pero no lo hará en todos los países de igual forma. Hemos señalado que la población envejecida crecerá; también, pero no crecerá en todos sitios de la misma manera (lo podemos ver en la figura 1.20) y hemos analizado que la población se volverá más urbana, pero no lo hará en todos los países igual.

Aunque en los próximos capítulos indagaremos en algunos matemáticos y estadísticos, no podemos olvidar la vertiente ‘social’ de la demografía y del estudio de las poblaciones. Junto a una descripción de la situación actual y la explicación de algunos conceptos básicos, eso es lo que hemos intentado poner de manifiesto en este capítulo, que la demografía es algo más que un conjunto de técnicas y herramientas para predecir poblaciones, tasas de mortalidad y fertilidad, y ese ‘algo más’ se relaciona sobre todo con la capacidad de los países para hacer frente la mencionada *transición demográfica*; la adaptación del denominado *Estado de Bienestar* a la creciente longevidad no es una tarea fácil; en tanto en cuanto los gobiernos de los países se erigen en garantes de ese estado, su mayor dificultad estriba en la existencia de significantes desigualdades entre los humanos en términos de longevidad, preferencias y racionalidad y para combatir estas desigualdades no es suficiente con las estadísticas, los promedios, las tasas de crecimiento, disminución, las simulaciones y las proyecciones. Cuando se trata de ‘*adaptar el Estado de Bienestar*’, nos referimos al diseño de unas políticas óptimas en el contexto de preferencias y situaciones heterogéneas, y aunque tal desafío es una tarea ambiciosa, debería ser prioritaria en las agendas políticas de instituciones y gobiernos.

## Referencias bibliográficas

- [1] Harper, Sarah: **“How Population Will Transform Our World”**, Oxford University Press, 1<sup>era</sup> edición, (2016).
- [2] Sartori, Giovanni y Mazzoleni, Gianni: **“La Tierra Explota: Superpoblación y Desarrollo”**, Ed. Taurus, (2003).
- [3] Ehrlich, Paul R. y Ehrlich Anne H.: **“La Explosión Demográfica”**, Ed. Salvat, 1<sup>era</sup> edición, (2003).
- [4] Ehrlich, Paul R.: **“The Population Bomb”**, Ballantines Books, 1<sup>era</sup> edición, (1968).
- [5] Leeson, George W.: **“Cómo la Población Transformará Nuestro Mundo”**, Vanguardia Dossier. Vol. 69, Págs. 6-13, (2018).
- [6] Kashnitsky, Ilya y Schöley, Jonas: **“Regional Population Structures At a Glance”**, The Lancet Journal. Vol. 392, Págs. 209-210, (2018).
- [7] Tapinos, George: **“Elementos de Demografía”**, Ed. Espasa Universidad, (1990).
- [8] De Beer, Joop y otros: **“New Classification of Urban and Rural NUTS-2 Regions in Europe”**, Documento de trabajo del *Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (NIDI)*, (2014).
- [9] González Martínez, C. I. y Conde-Ruíz, J. I.: **“España Ante el Reto de la Longevidad”**, *Revista Actuarios*, nº 42, (Primavera, 2018).
- [10] Vinuesa, Julio y otros (Coord.): **“Demografía. Análisis y Proyecciones”**, Ed. Síntesis, (1997).
- [11] World Bank: **“Averting the Old Age Crisis: Policies to Protect the Old and Promote Growth, World Bank Policy Research Report**, Ed. Oxford University Press, (1994).
- [12] Ayuso, Mercedes y Holzmann, Robert: **“Longevidad: un Breve Análisis Global y Actuarial”**, Documento de trabajo del *Instituto BBVA de Pensiones*, (2014).
- [13] Citigroup: **“The Incoming Pension Crisis: Recommendations For Keeping the Global Pensions System Afloat”**, *Citigroup Research*, (2018) [Disponible on line] <http://www.citi.com/citigps>.
- [14] Mackenback, Johan P: **“Changes in Mortality Inequalities Over Two Decades: Register Based Study of European Countries”**, *British Medical Journal*, N°353, (2016).
- [15] Raftery, Adrian E. y otros: **“Probabilistic Population Projections”**, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, (Agosto 2012), Vol. 109, N° 35, Págs. 13915-13921.
- [16] Hansen, Alvin: **“Economic Progress and Declining Population Growth”**, *AER*, 29: 1-15 (1939).
- [17] Chesnais, Jean Claude: **“Economic Consequences of Demographic Changes”**, Population and Developments: Challenges and Opportunities. UNESCO - Encyclopedia of Life Support System. (2013).
- [18] AIReF: **“Previsiones Demográficas: Una Visión Integrada”**, *Documento Especial 2018/I*, Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal, (octubre, 2018), <http://www.airef.es>
- [19] Dumont, Gérard Francoise: **“Le Vieillissement Dans Le Monde: Conséquences Géopolitiques”**, Dossier Vanguardia, 69 (Julio/Septiembre 2018).
- [20] Botero, G.: **“On The Causes of the Greatness and Magnificence of Cities”**, *editado por Luigi Ballerini y Massimo Ciavolella*. Ed. University of Toronto Press, (2012), JSTOR, [www.jstor.org/stable/10.3138/9781442665415](http://www.jstor.org/stable/10.3138/9781442665415).
- [21] Pestieau, P. y Ponthierre, G.: **“Longevity Variations and the Welfare State”**, *Journal of Demographic Economics*, 82, págs.: 207-239, (2016).
- [22] Bloom, D.; Canning, D.; y Moore, M.: **“A Theory of Retirement”**. NBER Working Papers 13630, (2007).



## Capítulo 2

# Modelos de Predicción de los Fenómenos Demográficos: Fertilidad y Mortalidad

*“All models are wrong, but some are useful” – George E. P. Box*

### 2.1. Introducción

El incremento en la esperanza de vida, aunque muestra un síntoma de progreso social, plantea además un desafío tanto a los gobiernos como a los planes de pensiones privados y aseguradoras de vida, debido a su impacto en los costes de salud y de las pensiones.

Multitud de estudios demográficos y actuariales han reconocido los problemas causados por una población envejecida, unas bajas tasas de fertilidad y una creciente longevidad, de forma que han centrado la atención en el desarrollo de técnicas estadísticas para la modelización y proyección de las tasas de fertilidad y mortalidad.

Existen claros indicios de que el aumento de la longevidad será un proceso permanente que se perpetuará de forma indefinida, aunque quizás con periodos de ralentización en el futuro. Este aumento en la esperanza de vida en los países desarrollados, se produce principalmente pasada la edad de jubilación, ya que la tasa de mortalidad en esa etapa ya no aumenta de manera exponencial; de hecho: *“esta evolución de la mortalidad no es fácil de explicar mediante factores tradicionales, como son los progresos de la medicina o el aumento de los ingresos y, en la actualidad, constituye un interrogante biológico, ya que la evolución de la esperanza de vida entre los humanos es muy superior a la de otros seres más pequeños en entornos de laboratorio”* (Siegel y Swanson, 2004, [1]).

Este capítulo tiene dos propósitos: por un lado, hacer una revisión de la literatura en torno a estos modelos de predicción y proyección y por otro, describir y analizar los más usados, para, en último término, intentar simular (uno de fertilidad y otro de mortalidad), para la población española y ver cómo se ajustan.

Las premisas y desarrollos que a continuación se exponen a la hora de simular los modelos de fertilidad y mortalidad se asientan sobre la base de los trabajos propuestos por Sevcíková, Alkema y Raftery, (2011)<sup>1</sup> [2], para la **fertilidad**. Para la **mortalidad**, nos hemos basado en los modelos no lineales generalizados para definir la familia de modelos de cohortes de edad (GAPC)<sup>2</sup>, fundamentado, sobre todo, en los trabajos de Lee y Carter, (1992) [3], Cairns, Blake y otros, (2011) [4], Villegas, Millossovich y Kaishev, (2016) [5] y Hyndman, Booth y otros, (2014) [6], de los cuales y en concreto, los autores de los dos últimos, han desarrollado sendos paquetes<sup>3</sup> bajo el lenguaje de programación **R** que permite implantar y desarrollar la mayoría de modelos estocásticos de mortalidad usados hasta la fecha.

En nuestro caso, hemos usado el lenguaje de programación citado anteriormente con dos propósitos: 1) definir y replicar los modelos GAPC de mortalidad estocástica considerados en el estudio de Villegas, Millossovich

<sup>1</sup>El paquete ‘**bayesTFR**’ se puede descargar desde <http://CRAN.R-project.org/package=bayesTFR>

<sup>2</sup>GAPC, Generalized Age-Period-Cohort

<sup>3</sup>Los paquetes en cuestión, ‘**StMoMo**’ y ‘**demography**’ están disponibles en <http://CRAN.R-project.org/package=StMoMo> y <http://CRAN.R-project.org/package=demography>.

y Kaishev (2016) y II) adaptando el modelo a los datos de la población española mediante la técnica de *bootstrapping*<sup>4</sup>, hemos incorporado el parámetro basado en la incertidumbre a la hora de estimar y predecir el modelo general de mortalidad de cohortes de edad.

## 2.2. Los modelos de proyección de fertilidad: una revisión de la literatura

Antes de adentrarnos en la revisión, análisis y aplicación de los modelos de proyección de la fertilidad, conviene diferenciar los conceptos de *fecundidad*, *fertilidad* y *natalidad*, los cuales, aún reflejando aspectos diferentes de la demografía, son considerados, algunas veces (sobre todo los dos primeros) como sinónimos; por lo tanto, es importante diferenciar que **fecundidad** se refiere al número de hijos que se tienen, mientras que **fertilidad** viene referida a la capacidad biológica de procrear, es decir, a la capacidad de tener hijos. Por lo tanto, se puede ser fértil y no haber tenido ningún hijo aún, y se puede haber tenido hijos (ser fecundo) y, en cambio, haber perdido la fertilidad. Finalmente, la **natalidad** mide la frecuencia de los nacimientos ocurridos en el seno de una población tomada en su conjunto, (Vinuesa y otros, 1997) [7].

Normalmente, en demografía la fecundidad se refiere (en palabras de Julio Pérez Díaz)<sup>5</sup> al *número medio de hijos que tiene una generación (normalmente femenina) a lo largo de su vida reproductiva* y aunque vengamos usando, y en lo sucesivo sigamos haciéndolo, la palabra *fertilidad* cuando hablemos de modelos, tasas e índices, realmente deberíamos usar el término *fecundidad*.

Además de esto, existen diferentes formas de medir la fertilidad; así, los indicadores más usuales son: la *Tasa General de Fertilidad* (General Fertility Rate, GFR, en sus siglas en inglés), la *Fertilidad Completada* y la *Tasa Total de Fertilidad* (Total Fertility Rate, TFR, siendo el indicador más utilizado). Todos ellos reflejan el comportamiento de la fertilidad en formas ‘ligeramente’ diferentes, por ejemplo, mientras que la *Tasa General de Fertilidad* muestra la tasa anual en que las mujeres están teniendo hijos actualmente; la *Fertilidad Completada* muestra la cantidad de hijos que tienen en última instancia y la *Tasa Total de Fertilidad* expresa el número hipotético que probablemente tendrían basado en los patrones de fertilidad actuales.

Ninguno de estos indicadores es “correcto” o “equivocado”, o “mejor” o “peor”, sin embargo, cada uno muestra una historia diferente cuando la fertilidad toca fondo.

El mejor ejemplo que muestra lo anterior lo tenemos en los datos de fertilidad de los Estados Unidos donde se muestran los indicadores mencionados más arriba (ver **figura 2.1**), en este informe del Centro Nacional de Estadísticas de Salud<sup>6</sup>, se utilizó la tasa general de fertilidad para mostrar que la fertilidad de los EEUU en 2016 se encontraba en un mínimo histórico. Por cada 1 000 mujeres en edad fértil, definidas de 15 a 44 años, hubo 62.0 nacimientos.

La *Tasa de Fertilidad General* no se ve afectada por el tamaño de la población en general, ni por la proporción de la población que se compone de mujeres en edad fértil. Sin embargo, se ve afectada por cambios en la distribución por edades entre las mujeres en edad fértil; cuanto mayor sea la proporción de mujeres en sus años pico de maternidad, mayor será la tasa general de fertilidad, todo lo demás será igual (y viceversa).

Esta tasa que utiliza el gobierno es principalmente el resultado de una disminución en las tasas de natalidad entre las mujeres menores de 30 años, en parte debido a la Gran Recesión de finales de la década de 2000; cuando hay una recesión económica, las personas tienden a posponer tener hijos. Sin embargo, también ha habido un ligero descenso en la proporción de mujeres que están en sus años pico de maternidad (edades 20-34), lo que puede desempeñar un pequeño papel en la disminución.

<sup>4</sup>La técnica ‘bootstrapping’ (o ‘bootstrap’) es un método de remuestreo propuesto por Bradley Efron en 1979. Se utiliza para aproximar la distribución en el muestreo de un estadístico y se usa frecuentemente para aproximar el sesgo o la varianza de un análisis estadístico, así como para construir intervalos de confianza o realizar contrastes de hipótesis sobre parámetros de interés.

<sup>5</sup>Julio Pérez Díaz es científico titular del CSIC e investigador en el Instituto de Economía, Geografía y Demografía. Más datos en: <https://apuntesdedemografia.com>

<sup>6</sup><http://www.pewresearch.org/fact-tank/2018/01/18/is-u-s-fertility-at-an-all-time-low-it-depends/>

La segunda medida de fertilidad es la *fertilidad completada*, que cuenta el número de hijos que una mujer tiene en su vida. Por lo general, los investigadores recopilan datos sobre la fertilidad de las mujeres de 15 a 44 años de edad porque se consideran años fértiles. Luego miden la ‘fertilidad completada’ como el número de hijos nacidos de mujeres de 40 a 44 años de edad, en el supuesto de que la mayoría de las mujeres a esta edad tienen hijos. De acuerdo con esta medida, desde 1976, el punto más bajo en la fertilidad de los Estados Unidos ocurrió alrededor de 2006, cuando las mujeres cerca del final de sus años fértiles habían tenido un promedio de 1.86 hijos.

Debido a que es una medida retrospectiva, la fertilidad completa resume los patrones de maternidad de las últimas décadas, pero no puede proporcionar información directa sobre los comportamientos de fertilidad de las mujeres más jóvenes en la actualidad. Además, debido a que no toma en cuenta la mayor proporción de mujeres que posponen la maternidad, puede subestimar la fertilidad de algunas, como las mujeres altamente educadas, muchas de las cuales tienen hijos más adelante. (Para abordar esto, la Oficina del Censo de los Estados Unidos comenzó recientemente a recopilar datos de fertilidad para mujeres hasta los 50 años).

Un tercer indicador, la *tasa de fertilidad total*, es una estimación de la fertilidad de por vida, basada en los patrones de fertilidad actuales. Tocó fondo incluso antes, en el período inflacionario de 1976, cuando se estimó que las mujeres de los Estados Unidos tendrían, en promedio, 1,74 niños en sus vidas. Este indicador no es un informe real de la fertilidad durante la vida, sino que es una medida hipotética basada en la información de fertilidad de un punto en el tiempo, que luego se proyecta en el futuro para estimar la cantidad de bebés que una mujer típica tendría.

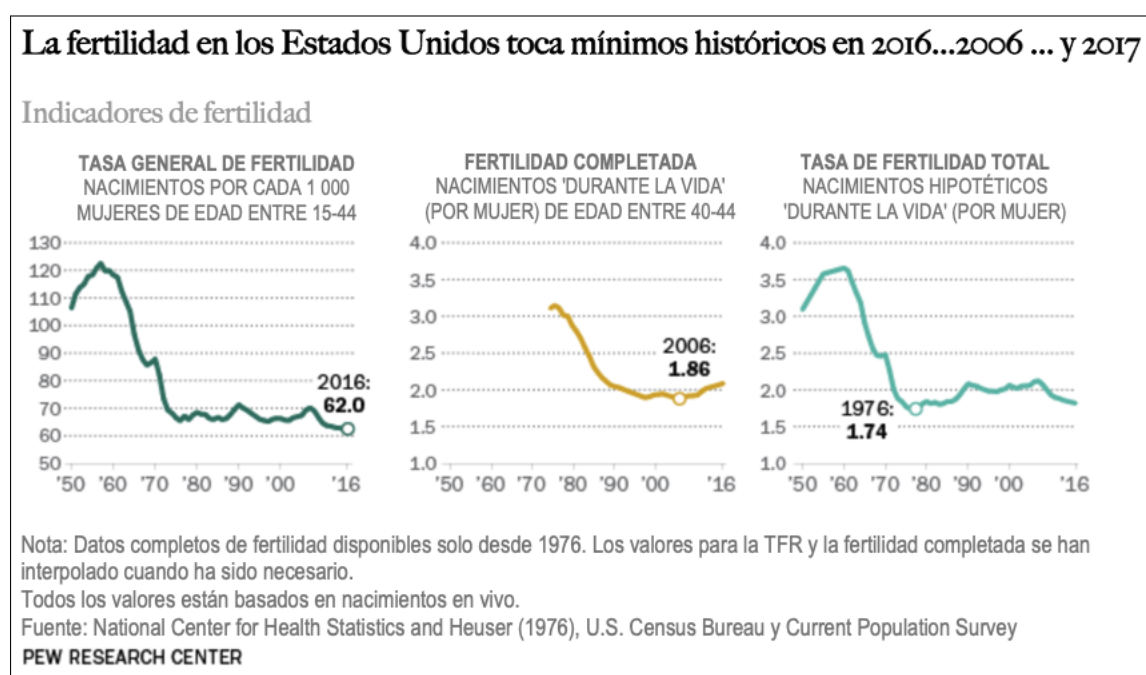


FIGURA 2.1: Indicadores de fertilidad en los Estados Unidos

Japón es otro país en el que la tasa de nacimientos se está reduciendo a mínimos históricos, de hecho, en 2018 se produjeron 921 000 nacimientos y 1 370 000 defunciones, hasta el punto de que el país asiático, uno de los más homogéneos y cerrados a la mano de obra exterior, ha aceptado la entrada de 345 000 extranjeros, forzada por el envejecimiento de su población y la baja tasa de natalidad.

Con todo, la modelización de las curvas de fertilidad ha sido objeto de interés por parte de los demógrafos desde hace mucho tiempo, de este modo, mediante una amplia variedad de modelos matemáticos, se ha logrado describir que los patrones de fertilidad para edades específicas han tenido una forma común en todas las poblaciones humanas a través de los años. Algunos de estos modelos han resultado verdaderamente efectivos en cuanto al ajuste de las distribuciones de las tasas de fertilidad de la población (Hoem y otros, 1981) [8], otros se

han mostrado menos eficaces a la hora de estimar esta tarea.

Pero, ¿qué propiedades esenciales debe cumplir un modelo de fertilidad? La sostenibilidad de cualquier modelo de este tipo debe ser juzgada en base a las siguientes **propiedades**:

- Debe tener la **flexibilidad** suficiente para producir la variedad de curvas y niveles necesarios para mostrar los cambios que se produzcan en la distribución.
- Las **tasas** deben ser **suavizadas** con respecto a la edad.
- Estas tasas deben ser **cóncavas** con respecto a la edad; en otras palabras, las tasas deben aumentar monótonamente hasta cierta edad en la que las tasas de fertilidad alcanzan un máximo y luego disminuir monótonamente.
- La **distribución por edades de la fertilidad no debe ser simétrica**; por lo general, las tasas aumentan de cero en la menarquia a un máximo entre las edades de 25 y 30 años, aproximadamente 10-15 años después de la menarquia, antes de disminuir durante unos 20-25 años hasta la edad de la menopausia. Por lo tanto, las distribuciones de la tasa de fertilidad tenderán a estar ligeramente inclinadas hacia la derecha.
- Las tasas producidas por un modelo deben ser cero antes de la menarquía y después de la menopausia.
- Deseable, aunque no esencial, que las tasas descritas por el modelo sean analíticamente manejables; es decir, otras propiedades asociadas del programa de fertilidad (la edad media en el parto, la fertilidad acumulada a una edad determinada, por ejemplo) deberían poder ser calculadas con facilidad, ya sea analítica o directamente.

Para modelizar la fertilidad se suelen utilizar **modelos paramétricos** (de forma análoga a los modelos matemáticos de la mortalidad); otro enfoque hace uso de un estándar de fertilidad que puede usarse en un **modelo relacional** de la misma (al igual que las tablas estándar de vida pueden usarse en modelos relacionales de mortalidad).

Davis y Blake elaboraron en 1956 el modelo de fecundidad por medio de variables intermedias (Davis y Blake, 1956)<sup>7</sup>[9]. Dicho sistema fue revisado por Bongaarts, convirtiéndolo en el modelo de *variables próximas* (Bongaarts y Potter, 1983)<sup>8</sup>[10]. De acuerdo con los autores, estas variables son las únicas susceptibles de verse afectadas por factores socioeconómicos y ambientales (según Bongaarts) o culturales (según Davis y Blake). La aplicación del modelo de Bongaarts de fecundidad que hace Josune Aguinaga al caso español resulta interesante desde el punto de vista del contraste entre las Ciencias Naturales y las Sociales, ya que éste modelo, según la autora, es demasiado '*biologicista*' y muy poco '*sociológico*' y no muestra ninguna relación de causalidad entre ambas realidades, la biológica y la causal (Aguinaga Roustán, 1995) [11].

Otro tanto sucede cuando, desde un enfoque económico, se intenta averiguar las causas de los cambios en la fecundidad (más allá de factores cuantificables), en este sentido, Del Pino Artacho concluye que de esta óptica, la económica, se antoja insuficiente para esta tarea y que hay otros factores o contextos que influyen tales como culturales y sociales (Del Pino Artacho, 2005) [12].

Posteriormente, en los modelos desarrollados en los últimos años, los patrones de los datos de fertilidad en los países desarrollados muestran una considerable variación. Esta variación está relacionada con la curva de fertilidad. Ésta, tradicionalmente ha adoptado una forma estándar de campana, ligeramente simétrica aunque más aguda en su parte izquierda alrededor de su pico, en torno a una edad alrededor de los 25 años (Peristera y Kostaki, 2007) [13]. Según los autores anteriores, ésta comienza con un mínimo colocado al comienzo del intervalo de edad de reproducción y luego aumenta hasta alcanzar un máximo en algún lugar alrededor de los 30 años. Luego vuelve a decrecer para nivelarse cerca de los 50 años.

<sup>7</sup>El sistema analítico de *variables intermedias* consiste en la desagregación del proceso mediante el cual nace una persona, y que gira en torno a tres momentos clave: (1) el coito, (2) la concepción y (3) la gestación y el parto, dando lugar a once variables relacionadas con fecundidad.

<sup>8</sup>Las *variables próximas* propuestas por Bongaarts parten de tres variables biológicas: (1) el intervalo estéril en el postparto, (2) el intervalo fértil y (3) el tiempo de embarazo completo (asumiéndose una duración constante de 9 meses).



La magnitud de las tasas individuales de fecundidad por edad se ve influenciada por las diferencias en las prácticas matrimoniales y de maternidad; presencia o ausencia de control de la fertilidad y regulaciones sobre la viudez, el divorcio y el nuevo matrimonio, pero el patrón general se ha mantenido sin cambios a través de años y países. Los países muestran desigualdades con respecto a la edad en que las tasas de fertilidad alcanzan un máximo y la velocidad variable con la que se aproxima el máximo desde el principio y luego se pasa para alcanzar el final del período de fecundidad, (Coleman, 1996) [14].

Países como el Reino Unido, Irlanda y los Estados Unidos muestran patrones de fertilidad heterogéneos, lo cual podría estar asociado en cierta medida al estado civil, así como al nivel educativo y social de las madres. Además, en estos países, esta heterogeneidad en los patrones de fertilidad puede explicarse por las diferencias étnicas en el momento y el número de nacimientos (Sigle-Rushton, 2008) [15], (Bray, 2008) [16].

Debido a esta heterogeneidad, los modelos existentes, por lo tanto, no pueden capturar el patrón de fertilidad moderna. Para solventar esto, Chandola y otros, (1999) [17], proponen una mezcla de la función de Hadwiger<sup>9</sup>, (Hadwiger, 1940) [18], para describir este nuevo patrón de fertilidad que refleje la heterogeneidad del comportamiento de la fecundidad, diferenciando, además la aparición temporal en cada país.

Entre los modelos utilizados para representar el patrón de fertilidad específica por edad de poblaciones que no muestran una elevada fertilidad temprana, se ha demostrado que varios de ellos proporcionan ajustes ‘bastante’ precisos a las distribuciones de fertilidad. Entre ellos destacan, por ejemplo, el modelo de fertilidad paramétrico propuesto por *Coale-Trussell* (Coale y Trussell, 1974; 1978) [19], [20], el cual sigue siendo ampliamente utilizado hoy día; se trata de un modelo híbrido entre empírico y paramétrico cuya forma básica es

$$f(a) = T \cdot G(a) \cdot n(a) \cdot e^{m \cdot v(a)}$$

se trata, por lo tanto, de un modelo de fertilidad con cuatro parámetros ( $m$ ,  $M$ ,  $a_0$  y  $k$ ), más de lo necesario para una representación eficiente. Aunque el modelo tiene la virtud de tener parámetros que tienen algunas interpretaciones del mundo real, estos parámetros no pueden medirse en poblaciones reales, por lo que es difícil ajustar el modelo. Xie (1990) [21] y Xie y Pimentel (1992) [22], propusieron extensiones al modelo de Coale-Trussell para hacerlo menos restrictivo y más capaz de capturar la fertilidad en una amplia gama de poblaciones, aunque las modificaciones sugeridas son relativamente menores en términos de su impacto global.

También han resultado de gran precisión y son de uso común las distribuciones Beta y Gamma equivalentes a las curvas Tipo I y III de Pearson, respectivamente, propuestas por Hoem y otros (1981) -y mencionada anteriormente-; la misma distribución Hadwiger (también nombrada con anterioridad) y las *splines* cúbicas (Hoem and Rennermalm, 1978) [23]; (Gilks, 1986) [24]. Adicionalmente, la *curva de Pearson Tipo I* (Mitra, 1967) [25], de *tipo III* (Nurul-Islam and Ali Mallick, 1987) [26] y el modelo propuesto por Romaniuk (Romaniuk, 1973) [27] han mostrado un buen ajuste de predicción, ya que todos, de forma directa o indirecta, tienen su origen en el método del ratio  $P/F$  propuesto por Brass (Brass, 1964) [28], que si bien ha sido modificado y reemplazado, en su forma original, por el modelo relacional de Gompertz, la base del método se basa en la observación de que si la fertilidad ha sido constante durante un período prolongado de tiempo, las medidas de fertilidad de la cohorte y el período serán idénticas. Es decir, en condiciones de fertilidad constante, la fertilidad acumulada de una cohorte de mujeres hasta cualquier edad dada será la misma que la fertilidad acumulada hasta esa misma edad en cualquier período dado.

Si asumimos que no hay diferencias de mortalidad apreciables por la fertilidad de la madre, de modo que las mujeres sobrevivientes no tengan niveles de maternidad significativamente diferentes a los de las mujeres fallecidas, la fertilidad acumulada de una cohorte de mujeres hasta una edad determinada es la misma que la Paridad media en esa cohorte. (Este supuesto no es muy importante, ya que incluso si existen diferencias en la fertilidad de las mujeres vivas y fallecidas, en la mayoría de las poblaciones, la magnitud de la mortalidad femenina en las edades reproductivas es muy pequeña y, por lo tanto, el efecto de la supervivencia diferencial será pequeño). Brass definió  $P$  como la paridad promedio (fertilidad acumulada de por vida) de una cohorte de mujeres hasta una edad determinada, y  $F$  se relaciona estrechamente con la fertilidad acumulada (período) hasta esa misma

<sup>9</sup>La función Hadwiger viene dada según la expresión  $h(x) = \frac{\alpha\beta}{\gamma\sqrt{\pi}} \left(\frac{\gamma}{x}\right)^{\frac{3}{2}} \exp\{-\beta^2(\frac{\gamma}{x} + \frac{x}{\gamma} - 2)\}$ , donde  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  representan los parámetros estimados y  $x$  es la edad de la madre al nacimiento del niño.



edad. El método de relación  $P/F$  expresa estas dos cantidades en relación entre sí en forma de una relación para cada grupo de edad.

La principal debilidad del método es que en realidad los datos nunca están libres de errores, por lo que el patrón hipotético de desviación de la relación  $P/F$  de la unidad se confunde con los errores subyacentes en los datos.

El segundo tipo de error que se encuentra con frecuencia es que las mujeres tienden a informar cada vez menos de los nacimientos recientes, independientemente de su edad. Los errores de este tipo darán como resultado que el nivel recogido de fertilidad reciente sea algo más bajo de lo previsto, lo que causará que la relación  $P/F$  se infle.

El modelo relacional de Gompertz (Brass, 1974; 1978) [29], [30], en cambio, se presenta como una mejora más versátil, ya que utiliza los mismos datos de entrada (y hace las mismas suposiciones sobre los errores que afectan los datos de fertilidad) que su precursor. Sin embargo, es importante destacar que el método no requiere el supuesto de que la fertilidad haya sido constante en el pasado. Hemos considerado el modelo relacional Gompertz de fertilidad lo suficientemente importante como para ser explicado más en detalle y aunque si bien por motivos expositivos quizás no procede incluir su desarrollo matemático en este apartado, se ha creído conveniente incluirlo como anexo; de este modo, el lector podrá profundizar un poco más en el funcionamiento del modelo (*ver anexo B*).

Otros tantos autores centran sus análisis en la aplicación y ajuste de los modelos anteriormente descritos a poblaciones específicas y países concretos, por ejemplo, Billari y Kohler, (2002) [31] usan análisis descriptivos agregados para revisar la relación entre la fertilidad del período bajo y el período bajo más “bajo”, y la fertilidad de la cohorte y los comportamientos clave relacionados con la fertilidad, como abandonar el hogar de los padres, el matrimonio y la participación de la fuerza laboral femenina, en Europa desde 1975 hasta 1999.

DellaPergola, (2007) [32], en cambio, enfoca el tema desde la perspectiva de los desarrollos en Israel y Palestina discutiendo algunos posibles escenarios futuros para la población emergente, poniendo de manifiesto la variedad de procesos demográficos y sociales que han afectado o pueden afectar al cambio en tamaño y en distribuciones de la población de árabes y judíos en el territorio entre el mar Mediterráneo y el río Jordán.

Cai, (2008) [33], por su parte, aplica el método ‘variable- $r$ ’<sup>10</sup> de Preston y Coale<sup>11</sup> para evaluar el nivel de fertilidad en China usando datos del censo así como encuestas de población anual desde 1990 hasta 2000, concluyendo que, con el método propuesto, la fertilidad en el país ha alcanzado un nivel muy por debajo del de reemplazo.

Siguiendo con este autor, Yong Cai, junto a Wang Feng (ambos sociólogos), recientemente han publicado un artículo de opinión en el *New York Times*<sup>12</sup>, titulado: ‘*China Isn’t Having Enough Babies*’, el cual consideramos interesante comentar. En dicho artículo, se plantean la duda de si el estado puede mantenerse al día con el rápido envejecimiento de una población tan grande. De este modo, muestran que durante el año 2018 hubo 15.23 millones de nuevos nacimientos en el gigante asiático, lo que supone un descenso de más del 11 % con respecto al año 2017, de modo que lo que en un principio habían previsto las autoridades al facilitar y posteriormente abolir, a mediados de la década, la ‘política de un solo hijo’<sup>13</sup> al pronosticar un nuevo baby-boom, más bien se ha convertido en un ‘baby-bust’<sup>14</sup>. De acuerdo con los autores, aunque estas cifras no significan que la propia población de China haya comenzado a disminuir, sí significan que la población en general está envejeciendo,

<sup>10</sup>variable- $r$  quiere decir ‘variable rate’, esto es, *método de tasa variable*.

<sup>11</sup>El método de Preston y Coale (Preston, Coale, Trussell y otros, 1980) es el segundo de los métodos que más tarde se conocieron como los *Métodos de Distribución de Muertes*, para estimar la integridad de la notificación de muertes en relación con una estimación de la población en un momento dado, aunque principalmente se utilizan para proyecciones de mortalidad, el enfoque que le dieron Preston y Coale basado en tasas variables, hace que pueda ser utilizado para estimar varias medidas demográficas, como en el caso de Cai, (2008).

<sup>12</sup><https://www.nytimes.com/2019/02/26/opinion/china-isnt-having-enough-babies.html>

<sup>13</sup>Esta política (en inglés ‘one-child policy’) era parte de un programa de planificación de nacimientos del gobierno chino, introducido en 1979 y diseñado para controlar la población, limitando el número de hijos que podrían tener los padres.

<sup>14</sup>En contraposición al término ‘boom’ (expansión o explosión), se ha utilizado el término ‘bust’ (depresión o reventón)

y rápido. De hecho, la fertilidad en China comenzó a disminuir, velozmente, a finales de la década de 1960, mucho antes de la entrada, en 1979, oficialmente, de la política de un solo hijo. Al igual que con otros países, las razones incluían una mejor supervivencia de los bebés y niños, y una mayor participación de las mujeres en la fuerza laboral. Y los factores que están reduciendo la fertilidad hoy en día, como la urbanización masiva, la mayor riqueza y más opciones para las mujeres, están teniendo un impacto demasiado fuerte como para no empezar a tenerlos en cuenta, afirman Cai y Feng.

Paralelamente, aunque argumentan que una baja fertilidad podría tener sus ventajas (menos niños podría conllevar más atención a los actuales en la forma de más inversiones en educación, por ejemplo, lo cual estaría por ver), se une que la esperanza de vida ha aumentado, lo que, significa una carga económica, cada vez mayor, para las personas en edad de trabajar. Todos estos cambios demográficos crean importantes pruebas políticas, tanto ahora, en el presente como para el futuro. Una es, por ejemplo, cómo mantener el crecimiento a medida que la población sigue envejeciendo y el tamaño relativo de la fuerza laboral sigue disminuyendo. Otra es cómo ofrecer los beneficios económicos y sociales que los chinos ahora esperan del estado. Estas crecientes presiones demográficas debe afrontarlas con reformas sistémicas y, en términos generales, concluyen los autores, *debe proporcionar cuidado infantil adecuado e igual acceso a la educación pública, y garantizar la calidad en la atención médica. Debería posponer la edad de jubilación (actualmente 55 para las mujeres y 60 para los hombres) y nacionalizar los estándares de pensión, en términos más generales, promover la igualdad social, especialmente la igualdad de género, y un equilibrio entre la vida laboral y familiar.*

De este modo, Cai expresa la realidad demográfica actual y sus correspondientes desafíos futuros. Tal y como se observa en la **figura 2.2**, establece que para 2050 habrá 290 millones adicionales de personas con una edad de 55 o más años. El coste de una sociedad envejecida conllevaría, en China, un incremento del 32 % en educación, cuidados de la salud y pensiones y que, de mantenerse los ingresos del gobierno, crearía un déficit de casi el 15 %.

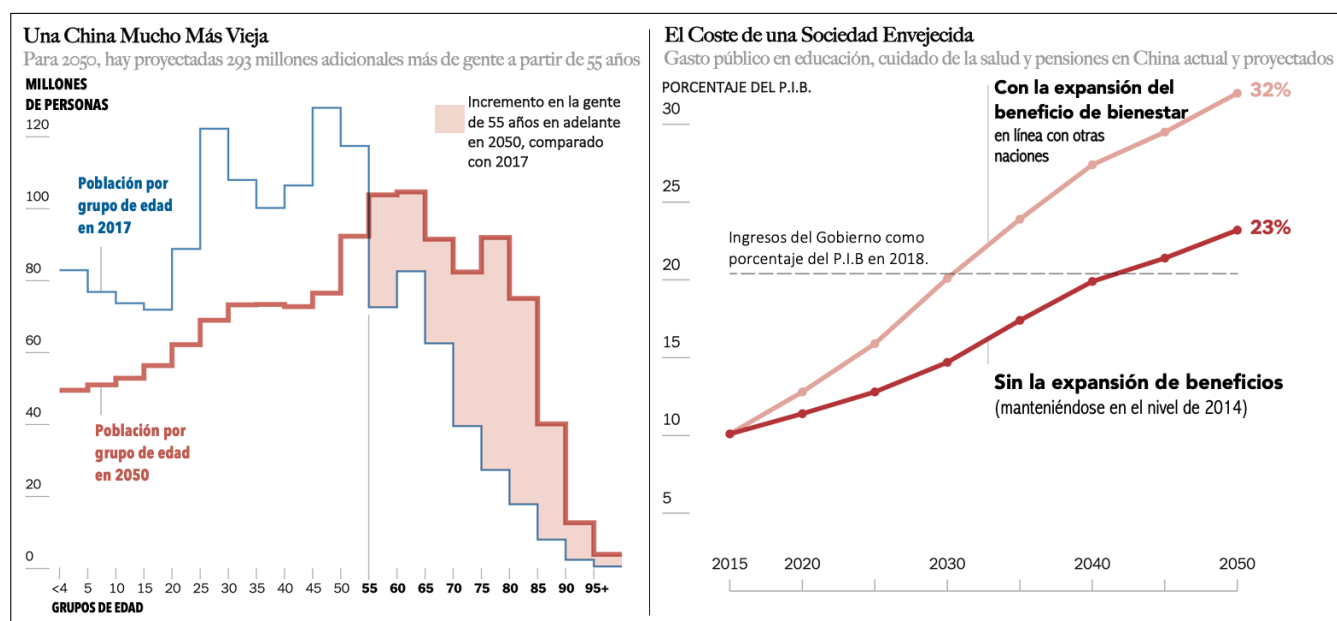


FIGURA 2.2: **Izquierda:** Proyecciones de mayores de 55 años. **Derecha:** Gasto público en educación, salud y pensiones en China (Fuente: Adaptación propia a partir de The New York Times y de Yong Cai, Wang Feng y Ke Shen)

Continuando con la revisión de la literatura, y siguiendo en el ámbito de los modelos de proyección de la fertilidad, Hyndman y Booth, (2008) [34], aplican modelos de datos funcionales y métodos de series de tiempo para pronosticar los componentes del cambio, en la mortalidad, la fertilidad y la migración internacional neta y los usan en el pronóstico de la población de Francia (Booth, Pennec y Hyndman, (2009) [35]). Dicho pronóstico de la población probabilística se compara con las proyecciones de población oficiales para el país, las cuales están basadas en escenarios deterministas tradicionales.

Caltabiano y otros, (2009) [36], concentran su atención en Italia; en el estudio de los primeros, el objetivo es describir el proceso de aplazamiento y recuperación del nacimiento en Italia, un país, al igual que España, con niveles persistentes de fertilidad muy bajos, donde encuentran que actualmente se está llevando a cabo una recuperación en las regiones del norte de Italia, signos de recuperación que son, sobre todo, evidentes entre las generaciones más jóvenes y las mujeres con mayor nivel de educación. Siguiendo en Italia, aunque más reciente, De Iaco y Maggio, (2015) [37], proponen un modelo dinámico para describir y predecir la evolución de las tasas de fertilidad italianas para una edad específica a lo largo del tiempo; en concreto, modifican ligeramente la función Gamma para incluir parámetros estocásticos de variación temporal para describir las variaciones sistemáticas y macroscópicas de las tasas de fertilidad específicas por edad a lo largo del tiempo, mientras que se aplica un modelo geoestadístico no paramétrico para describir los residuos correlacionados a nivel microscópico.

Vähi, (2017) [38], por su parte, aporta un nuevo enfoque consistente en mezclar varias distribuciones para predecir el comportamiento reproductivo de la mujer en el futuro. En otras palabras, partiendo de las distribuciones más usadas a la hora de estudiar las curvas de fertilidad, esto es, la distribución gamma, la distribución beta y la función Hadwiger, el autor ha intentado aproximar el método para datos estonios.

Para el caso español, interesante es la aportación de Adsera (2004) [39], que estudia, en el periodo comprendido entre 1985 y 1999, si la significación de la religión en la fertilidad (tanto en tamaño de la familia como en el intervalo de nacimientos) ha cambiado durante ese lapso de tiempo.

Bermúdez y otros, (2012) [40], en cambio, proponen un modelo paramétrico para ajustar las curvas de fertilidad basado en una combinación de dos funciones Weibull, dicho modelo desempeña un buen ajuste en países donde la curva de fertilidad muestra un patrón no tradicional y aunque también es adecuado para ajustes de curvas de fertilidad más ‘clásicos’ o dicho de otro modo, para países menos desarrollados donde la fertilidad se viene comportando de la misma forma, el modelo en cuestión depende de tres parámetros y está diseñado principalmente para adaptarse a los patrones de fertilidad en países con una ‘joroba de edad’ temprana<sup>15</sup>, concluyendo los autores que si bien no proporciona el mejor ajuste en todos los casos simulados, sí es capaz de mejorar el ajuste que otros modelos, que dependen de más parámetros, proporcionan.

Más reciente y con un enfoque más cuantitativo y técnico, Osés-Arranz y otros (AIReF, 2018) [41] presentan una metodología para generar proyecciones estocásticas de población que combina el método de cohorte-componente (método de referencia usado en la mayoría de estudios estadísticos en esta materia), con la simulación de Monte Carlo de dos de los principales datos demográficos: tasas de fertilidad (por edad) y probabilidades de supervivencia (por edad y género). La simulación de Monte Carlo se basa en una parametrización de las curvas correspondientes y un modelo multivariante de series de tiempo que se utiliza para simular escenarios futuros. En la parte que viene referida a las proyecciones de fertilidad, los autores concluyen que dicha proyección para España convergerá con la del resto de países europeos también simulados y la cual se sitúa alrededor de 1.8 hijos por mujer.

Para finalizar, no podemos dejar de echar un vistazo (ver **figura 2.3**) a la situación actual europea en cuanto a lo anteriormente descrito se refiere, es decir, en el siguiente gráfico se muestran, por un lado, la media de edad al tener el primer hijo en los países de la UE y por otro, la tasa de fecundidad, en nacimientos por mujeres. Vemos que España, con 30.9 años de media es, junto a Italia, Grecia e Irlanda (y Suiza) de los países en los que las mujeres tienen su primer hijo más tarde, todas se encuentran por encima de los 30 años. A la vez, estos mismos países (exceptuando a Irlanda) se encuentran a la cola en cuanto a tasa de fecundidad, en torno a 1.30 hijos por mujer. ¿Por qué coinciden geográficamente tantos países europeos con baja fecundidad? Parece ser que el retraso en dejar el hogar familiar es clave. En palabras de Albert Esteve<sup>16</sup>: *“en los países del sur la emancipación es tardía, y los jóvenes dependen del apoyo que les puedan dar sus familias. Además, cuando se emancipan no tienen hijos inmediatamente, ya que al empezar una relación de pareja hay un tiempo de prueba hasta saber si es la ideal para ser el padre o madre de los hijos”*.

<sup>15</sup>Por ‘joroba de edad’ se entiende el punto máximo a partir del cual empieza a decrecer la curva.

<sup>16</sup>Director del Centro de Estudios Demográficos de Barcelona

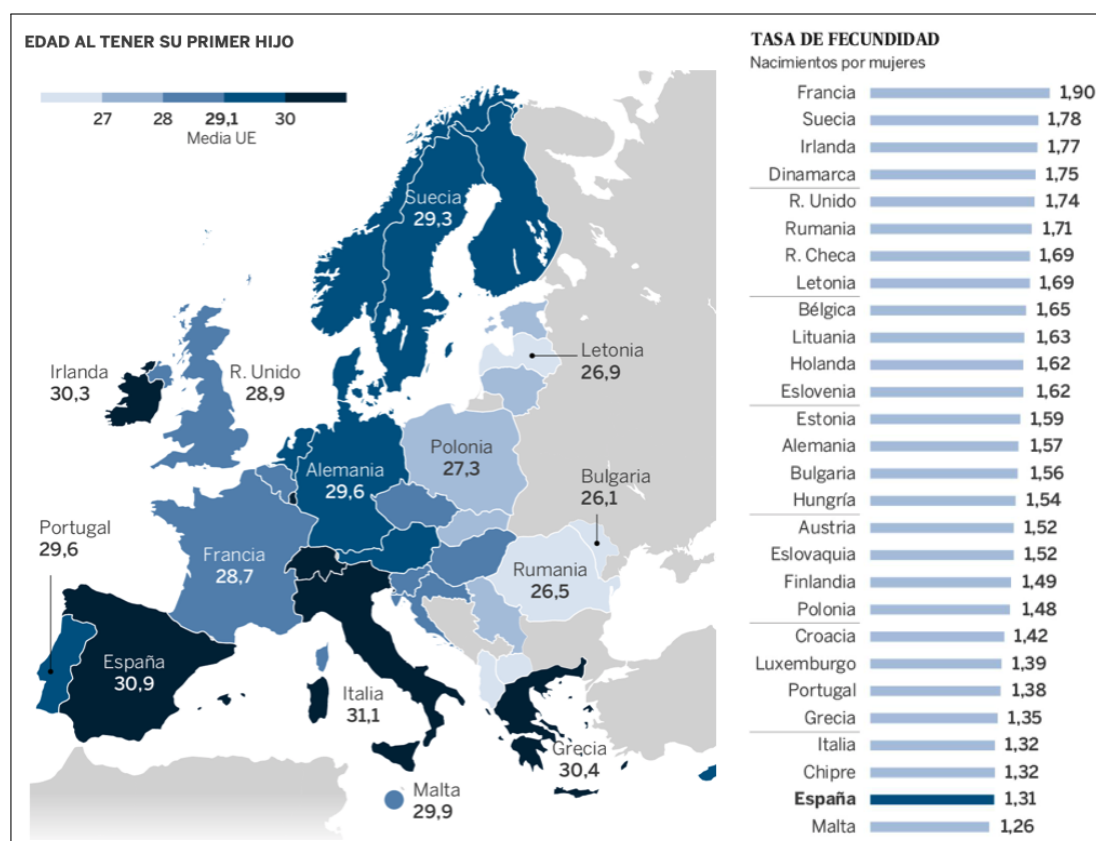


FIGURA 2.3: Media de edad al tener el primer hijo y tasa de fecundidad en la Unión Europea  
(Fuente: Eurostat)

### 2.2.1. Ajuste y proyección en la población española del modelo 'bayesTFR'

Tras analizar los modelos de proyección de la fertilidad más usados, el siguiente paso es simular el ajuste y la proyección en la población española. Esta parte es importante en el conjunto de la obra, pues sienta una de las bases de futuras investigaciones en el área de predicción y simulación de modelos demográficos.

Tal y como apuntamos al principio, para nuestra simulación nos hemos basado en los trabajos de Sevcíková y otros, (2011) y Alkema, Raftery y otros, (2011) [42], los cuales proponen un modelo de proyección bayesiano<sup>17</sup> para estimar la tasa total de fertilidad (TFR), tasa que recordemos, es uno de los componentes clave en las proyecciones de población y, que como se ha definido previamente (en concreto en el **anexo B**, cuando se hizo referencia al modelo relacional Gompertz de fertilidad de Brass), es el *número medio de hijos que una mujer tendría si sobreviviera hasta el final de la edad reproductiva experimentando en cada edad las tasas de fertilidad específicas de la edad de ese período*.

Las Naciones Unidas produce proyecciones de la *Tasa Total de Fertilidad* (TFR) para 196 países; estas tasas son revisadas cada dos años y publicadas en el *World Population Prospects*, (2017) [43]; en nuestro caso hemos simulado este mismo modelo usado por las Naciones Unidas con el paquete en **R** creado para ello y 'testado' y usado por varios analistas de dicha organización. Dicho paquete está disponible desde la plataforma Comprehensive **R** Archive Network (CRAN) en <http://CRAN.R-project.org/package=bayesTFR>.

<sup>17</sup>La estadística bayesiana es una rama de la estadística basada en el teorema de Bayes. La inferencia bayesiana no usa valores-*p* y generalmente no prueba hipótesis. Requiere que se especifique, formalmente, una distribución de probabilidad que recoja el conocimiento previo sobre, por ejemplo, un efecto de tratamiento. El estado del conocimiento previo puede especificarse como "sin conocimiento previo" mediante el uso de una distribución, aunque puede llevar a estimaciones sin mucho sentido. Una vez especificada la distribución anterior, los datos se utilizan para modificar el estado de conocimiento previo para obtener el estado de conocimiento posterior al experimento. Las probabilidades finales calculadas en el marco bayesiano son probabilidades con diversos efectos de tratamiento. El precio de poder calcular probabilidades subjetivas sobre el proceso de generación de datos es la necesidad de especificar una distribución previa para fijar los cálculos de partida.

### 2.2.1.1. Metodología técnica del modelo de proyección de fertilidad

El modelo de proyección bayesiano propuesto por Alkema y otros [42] y sobre el cual se basa el paquete ‘**bayesTFR**’ disponible en **R**, usa estimaciones de 5 años de la tasa total de fertilidad desde 1950-1955 hasta 2005-2010 y está basado en la observación de que la evolución de la TFR (Tasa Total de Fertilidad) incluye tres amplias fases, referidas como, *Fase I*: una fase de alta fertilidad pre-transicional; *Fase II*: la transición a la fertilidad en la cual la TFR decrece desde niveles de fertilidad altos hacia o por debajo del nivel de fertilidad de reemplazo y la *Fase III*, una fase posterior a la transición de baja fertilidad, que incluye la recuperación de la fertilidad por debajo del reemplazo hacia la fertilidad de reemplazo y las oscilaciones alrededor de la fertilidad a ese mismo nivel. El período de observación para cada país se divide en estas diferentes fases en función de las definiciones deterministas de sus períodos de inicio y finalización, y luego se modela por separado. Por tanto, se define  $\tau_c$  como el comienzo de la *Fase II* para el país  $c$ , la cual es dada por

$$\tau_c = \begin{cases} \max\{t : (M_c - L_{c,t}) < 0.5\}, & \text{si } L_{c,t} > 5.5; \\ < 1950 - 1955, & \text{en otro caso,} \end{cases}$$

donde  $M_c$  es el resultado de la TFR máxima observada en el país  $c$ , y  $L_{c,t}$  indica el máximo local. El periodo de comienzo de la *Fase III*, indicado por  $\lambda_c$  para el país  $c$  se observa dentro del período de observación si se han observado dos aumentos posteriores por debajo de una TFR de 2. Para esos países,

$$\lambda_c = \min\{t : f_{c,t} > f_{c,t-1}, f_{c,t+1} > f_{c,t} \text{ y } f_{c,p} < 2 \text{ para } p = t-1, t, t+1\}$$

donde  $f_{c,t}$  es la TFR en el país  $c$  y en el periodo  $t$ . Para el resto de países,  $\lambda_c > 2005 - 2010$ . El método propuesto, según los autores, no modela la *Fase I*, se trata tal cual es, no obstante, si algún país se encuentra en esta fase, se asume que en la *Fase II* en el siguiente periodo, por lo que esta primera fase no es relevante para las proyecciones.

- EL MODELO PARA LA FASE II: LA TRANSICIÓN A LA FERTILIDAD

La fase de transición a la fertilidad es modelada por un proceso aleatorio con deriva, el cual viene especificado por

$$f_{c,t+1} = f_{c,t} - d_{c,t} + \varepsilon_{c,t}, \text{ para } \tau_c \leq t < \lambda_c, \quad (2.1)$$

donde  $f_{c,t}$  es la TFR en el periodo  $t$  a cinco años en el país  $c$ ,  $d_{c,t}$  es el término decremental que modela el declive sistemático durante la transición a la fertilidad,  $\varepsilon_{c,t}$  es una distorsión aleatoria que modela la desviación del deterioro sistemático,  $\tau_c$  es el periodo de comienzo del declive en la fertilidad y  $\lambda_c$  es el periodo de comienzo de la *Fase III* post-transicional definida anteriormente.

Las distribuciones de las distorsiones aleatorias en cada periodo están dadas por

$$\varepsilon_{c,t} \sim \begin{cases} N(m_t, s_t^2) & \text{para } t = \tau_c, \\ N(0, \sigma(f_{c,t})^2) & \text{en otro caso,} \end{cases}$$

donde  $m_\tau$  es la media y  $s_\tau$  es la desviación típica de la distorsión en el periodo de comienzo. La cantidad  $\sigma(f_{c,t})$  es la desviación típica de las distorsiones durante los periodos posteriores, dada por la expresión

$$\sigma(f_{c,t}) = c_{1975}(t) (\sigma_0 + (f_{c,t} - S)(-aI_{[S,\infty)}(f_{c,t}) + bI_{[0,S)}(f_{c,t}))),$$

donde  $\sigma_0$  es la desviación típica máxima de las distorsiones, alcanzada al nivel  $S$  de la TFR, y  $a$  y  $b$  son multiplicadores de la desviación típica para modelar la disminución lineal para resultados mayores y más pequeños de la TFR. La constante  $c_{1975}(t)$  es añadida para modelar la varianza de error más alta de las distorsiones antes de 1975, y viene dada por

$$c_{1975}(t) = \begin{cases} c_{1975}, & t \in [1950 - 1955, 1970 - 1975]; \\ 1, & t \in [1975 - 1980, \infty). \end{cases}$$

El decremento  $d_{c,t}$  en (1.1) es modelado como una función del nivel de la TFR como sigue:

$$d_{c,t} = d(\theta_c, \lambda_c, \tau_c, f_{c,t}) = \begin{cases} g(\theta_c, f_{c,t}) & \text{para } f_{c,t} > 1; \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (2.2)$$

donde  $g(\cdot, \cdot)$  es una función de disminución paramétrica. Esta función especifica una disminución a cinco años (decrecimiento) como función del nivel normal de la TFR y el vector  $\theta$ . La función de disminución es la suma de dos funciones logísticas, es decir, una función logística doble o bi-logística (según detalla las Naciones Unidas, Dpto. de Asuntos Sociales y Económicos, División de Población, 2017). La función logística doble con el parámetro vector específico para cada país  $\theta = (\Delta_{c1}, \Delta_{c2}, \Delta_{c3}, \Delta_{c4}, d_c)$  es dada por

$$\frac{-d_c}{1 + \exp\left(-\frac{2\ln(p_1)}{\Delta_{c1}}(f_{c,t} - \sum_i \Delta_{ci} + 0.5\Delta_{c1})\right)} + \frac{d_c}{1 + \exp\left(-\frac{2\ln(p_2)}{\Delta_{c3}}(f_{c,t} - \Delta_{c4} + 0.5\Delta_{c3})\right)},$$

donde  $d_c$  es el máximo ritmo posible de la disminución,  $p_1 = p_2 = 9$  son constantes y los  $\Delta'_{ci}$ s describen los rangos de la TFR en los cuales el ritmo de la disminución de la fertilidad cambia, donde  $U_c = \sum_{i=1}^4 \Delta_{ci}$  es el nivel de comienzo de la disminución de la fertilidad (ver **figura 2.4**).

Los parámetros de la función de disminución son estimados para cada país. Para países en los cuales el periodo de comienzo  $\tau_c$  de la transición a la fertilidad está dentro del periodo de observación, el nivel de comienzo  $U_c$  se fija en la TFR en ese periodo,  $U_c = f_{c,\tau_c}$ . Para los países en los que la transición comenzó antes del periodo de observación, el nivel de inicio se agrega como un parámetro al modelo, con distribución previa

$$U_c \sim (\min\{5.5, \max_t f_{c,t}\}, 8.8).$$

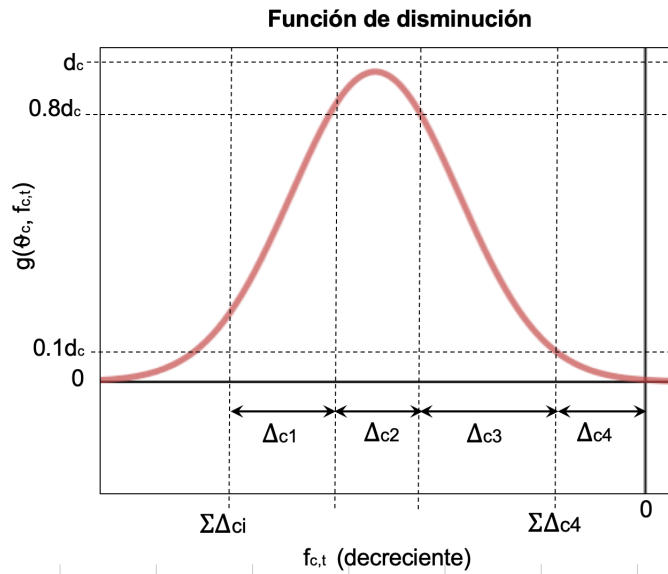


FIGURA 2.4: Disminuciones de cinco años, como indica la función de doble declive logístico  $g(\theta, f_{c,t})$  trazada contra la TFR. El eje horizontal TFR está orientado de forma negativa (es decir, disminuye de izquierda a derecha)

Dado el nivel de comienzo  $U_c$ , los cinco parámetros que determinan el ritmo de la disminución de la fertilidad y el tiempo que toma la transición en el país  $c$  son:  $\Delta_{c4}$ ,  $\{\Delta_{ci}/(U_c - \Delta_{c4}) : i = 1, 2, 3\}$ , y,  $d_c$ .

Para estimar los parámetros en cada país, los autores usan un modelo jerárquico Bayesiano (Lindley y Smith, 1972 [44]; Gelman y otros, 2004 [45]) y que viene dado por:

$$\begin{aligned}
d_c^* &= \log\left(\frac{d_c - 0.25}{2.5 - d_c}\right), \\
d_c^* &\sim N(\chi, \psi^2), \\
\Delta_{c4}^* &= \log\left(\frac{\Delta_{c4} - 1}{2.5 - \Delta_{c4}}\right), \\
\Delta_{c4}^* &\sim N(\Delta_4, \delta_4^2), \\
p_{ci} &= \frac{\Delta_{ci}}{U_c - \Delta_{c4}} \text{ para } i = 1, 2, 3, \\
p_{ci} &= \frac{\exp(\gamma_{ci})}{\sum_{j=1}^3 \exp(\gamma_{cj})}, \\
\gamma_{ci} &\sim N(\alpha_i, \delta_i^2),
\end{aligned}$$

con media y varianza de parámetros  $\{\chi, \psi^2, \Delta_4, \delta_4, \alpha, \delta\}$ .

En la fase de modelización post-transición el cambio en la TFR se modela, según los autores, por un modelo de serie temporal autorregresivo de primer orden, es decir, AR(1) con una media fijada, aproximadamente, al nivel de fertilidad de reemplazamiento,  $\mu = 2.1$ :

$$f_{c,t+1} \sim N(\mu + \rho(f_{c,t} - \mu), s^2) \text{ para } t \leq \lambda_c, \quad (2.3)$$

donde  $\rho$  es el parámetro autorregresivo con  $|\rho| < 1$  y  $s$  es la desviación típica de los errores aleatorios. Ambos parámetros se estiman por máxima verosimilitud.

Finalmente, las proyecciones de la TFR durante la transición a la fertilidad para los países que se encuentran en la *Fase II* se basan en el modelo de esta fase, como se ha visto anteriormente, utilizando la muestra de la distribución posterior de los parámetros del modelo.

Como observación final, los autores puntualizan que: “la mediana (y no la media) se utiliza como la mejor ‘proyección’ debido a su clara interpretación y robustez al comportamiento de la cola de las distribuciones posteriores: independientemente de la forma de la distribución posterior, la mitad de las trayectorias de la TFR están arriba, y la mitad de las trayectorias están por debajo de la mediana”.

### 2.2.1.2. Uso, ajuste y proyecciones obtenidas del modelo ‘bayesTFR’

Como mencionamos anteriormente, este modelo ha sido implantado en un paquete en **R**, llamado ‘**bayesTFR**’ y que ha sido el que hemos intentado ajustar para proyectar la TFR en el caso de España; estas proyecciones probabilísticas incluyen límites de incertidumbre y que en el caso de países menos desarrollados, con menos datos disponibles o cuyas entradas más recientes de datos observados no existen, son más destacables.

Desde un punto de vista computacional, para obtener dichas proyecciones, se han seguido tres pasos en el siguiente orden:

1. Ajuste del modelo de proyección TFR, para lo cual:

(a) Se ha calculado el periodo de comienzo de la *Fase II* y el periodo de comienzo de la *Fase III* para cada país ( $\tau_c$  y  $\lambda_c$ ). Esta fase, en nuestro caso, es común a todo el proceso, aunque luego, posteriormente, nos hayamos centrado en España.

(b) Se ha obtenido una muestra posterior de los parámetros del modelo de Fase II utilizando el algoritmo MCMC<sup>18</sup>.

<sup>18</sup>Markov Chain Monte Carlo



2. Se han generado futuras trayectorias de la TFR (este paso incluye la estimación de los parámetros del modelo AR(1) en la *Fase III* usando el método de estimación de máxima verosimilitud).

3. Se han analizado los resultados utilizando un conjunto de funciones que resumen, trazan, diagnostican y exportan los resultados de los dos pasos anteriores.

En nuestro caso, detallamos a continuación la secuencia lógica de ejecución para el paso 1, es decir, el ajuste del modelo de proyección TFR, si bien el resto del código se muestra en el (*anexo f*), para que pueda ser comprobado.

```
> simulation.dir <- file.path(getwd(), "fertsimul")
> m1 <- run.tfr.mcmc(nr.chains = 5, iter = 10000, + output.dir = simulation.dir)
> m1 <- run.tfr.mcmc(nr.chains=5, iter=10000, output.dir=simulation.dir, seed=1)
> m2 <- continue.tfr.mcmc(iter=1000, output.dir=simulation.dir)
```

La primera línea del código crea un directorio donde se almacenarán todas las simulaciones que se hagan, a partir de ahí, mediante la función `run.tfr.mcmc` se produce el ajuste de la proyección TFR. Dependiendo del tamaño de la muestra MCMC, los pasos 1(b) y 2 son bastante largos en cuanto a su ejecución se refiere, en nuestro caso, la expresión `nr.chains` determina el número de cadenas MCMC a simular y dado que el objetivo es hacer funcionar el modelo con una base realista, hemos simulado cinco cadenas de 10 000 iteraciones cada una, adicionalmente, simulamos otras 1 000 iteraciones, haciendo un total de 11 000 iteraciones, lo cual nos llevó alrededor de seis horas. Todos estos resultados se almacenaron en el directorio creado al efecto.

Una vez creadas las simulaciones, procedimos a crear las trayectorias con la siguiente función:

```
> pred1 <- tfr.predict(sim.dir = simulation.dir, end.year = 2100, burnin = 2000,
+ nr.traj = 3000, verbose = TRUE)
```

Donde se eliminarán 2 000 simulaciones al principio de cada cadena y se usarán 3 000 valores de parámetros de las restantes 5 cadenas de 9 000 simulaciones cada una, es decir, 45 000 iteraciones para generar las trayectorias. A modo de resumen mediante el comando `summary`:

```
> summary(m3, meta.only = TRUE)

MCMC parameters estimated for 196 countries.
Hyperparameters estimated using 196 countries.

WPP: 2008
Input data: TFR for period 1950 - 2010 .

Number of chains = 5
Iterations = 1 : 55000
Thinning interval = 1
Chains sample sizes: 11000, 11000, 11000, 11000, 11000
```

Donde vemos que los datos simulados con MCMC y los hiperparámetros  $\{\chi, \psi^2, \Delta_4, \alpha_i, \delta_i, \delta_4\}$  son para 196 países.

Centrándonos ya en España, con los siguientes comandos obtendremos toda la información relativa y necesaria para nuestro país:

```
> summary(m3, country = "Spain", par.names = NULL, thin = 10, burnin = 2000)
```

la cual, a modo de extracto se muestra en la siguiente salida obtenida de la simulación:



```
Iterations = 2010:11000
Thinning interval = 10
Number of chains = 5
Sample size per chain = 600
```

	Mean	SD	Naive SE	Time-series SE
delta <sub>1</sub>	0.87805	0.222604	0.0040642	0.0242830
delta <sub>2</sub>	0.93463	0.290494	0.0053037	0.0444689
delta <sub>3</sub>	0.85959	0.205225	0.0037469	0.0243039
Triangle <sub>4</sub>	0.49771	0.312075	0.0056977	0.0266451
delta <sub>4</sub>	1.18525	0.657369	0.0120019	0.1198672
U <sub>c724</sub>	7.23997	0.942422	0.0172062	0.0172611
d <sub>c724</sub>	0.15115	0.057671	0.0010529	0.0015251
Triangle <sub>c4_c724</sub>	1.77613	0.343262	0.0062671	0.0105829
gammat <sub>1_c724</sub>	0.06726	0.069615	0.0012710	0.0018478

	2.5 %	25 %	50 %	75 %	97.5 %
delta <sub>1</sub>	0.50418	0.71747	0.86230	1.01957	1.34928
delta <sub>2</sub>	0.47444	0.73158	0.90539	1.08324	1.65377
delta <sub>3</sub>	0.48672	0.71673	0.85140	0.98991	1.29804
Triangle4	-0.09077	0.31455	0.51002	0.69595	1.04759
delta <sub>4</sub>	0.54755	0.85690	1.06003	1.29358	3.32724

```
> summary(pred2, country = "Spain")
```

```
Projections: 17 ( 2018 - 2098)
Trajectories: 3000
Phase II burnin: 2000
Phase II thin: 10
Parameters of AR(1):
mu rho sigma
2.1 0.886 0.102
```

	Mean	SD	2.5 %	5 %	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97.5 %
2013	1.33	0.000	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
2018	1.41	0.102	1.21	1.24	1.28	1.34	1.41	1.48	1.54	1.58	1.61
2023	1.49	0.135	1.21	1.26	1.31	1.40	1.49	1.58	1.66	1.71	1.75
2028	1.56	0.157	1.25	1.30	1.36	1.45	1.56	1.67	1.77	1.81	1.86
2033	1.62	0.171	1.29	1.33	1.40	1.51	1.62	1.74	1.84	1.91	1.96
2038	1.68	0.183	1.32	1.38	1.44	1.56	1.68	1.80	1.92	1.98	2.04

La representación gráfica (**figura 2.5**) arroja las siguientes simulaciones:

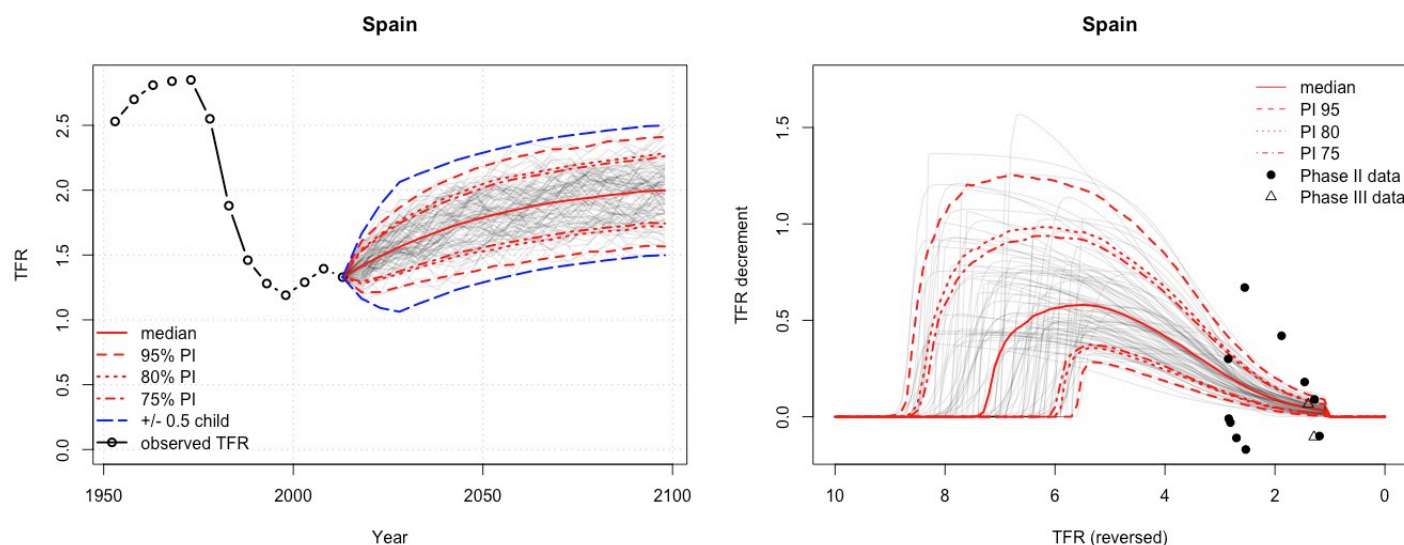


FIGURA 2.5: **Izquierda:** proyecciones probabilísticas de la fertilidad total usando las estimaciones de fertilidad WPP de 2017. Proyecciones de la fertilidad total: Mediana, 80 %, intervalos de predicción del 95 % y variante de la fertilidad alta/baja. **Derecha:** Proyecciones probabilísticas de fertilidad total usando las estimaciones de fertilidad (WPP 2017) Curvas de disminución (basadas en la función logística doble) del modelo jerárquico bayesiano, Mediana, 80 % e intervalos de predicción del 95 %.

(Fuente: Elaboración propia en **R** con el modelo **bayesTFR** a partir de Naciones Unidas - WPP)

En la gráfica de la izquierda, observamos las proyecciones del modelo jerárquico bayesiano de fertilidad total realizadas con las estimaciones de la ‘*World Population Prospects. Revision 2017*’. Hay que tener en cuenta que solo se muestra una pequeña selección de las trayectorias probabilísticas de fertilidad total (líneas grises) para la ilustración. La proyección mediana es la línea roja sólida en negrita, y los intervalos de proyección del 80 % y 95 % se muestran como líneas rojas discontinuas y de puntos, respectivamente. Las variantes de fertilidad alta-baja corresponden a  $\pm 0.5$  niños alrededor de la trayectoria media mostrada como líneas discontinuas azules. El nivel de reemplazo de hijos por mujer estaría en el nivel 2.1, aunque no se muestra en la gráfica.

En la gráfica de la derecha, se muestran de las curvas de disminución también del modelo jerárquico bayesiano (BHM) de la fertilidad total que se han realizado con las estimaciones de fertilidad de la ‘*World Population Prospects. Revision 2017*’. Al igual que en el modelo anterior, se ha de tener en cuenta que solo se muestra una pequeña selección de las trayectorias probabilísticas logísticas dobles (líneas grises) para la ilustración. Los decrementos de cinco años observados por el nivel de fertilidad total se muestran con puntos negros si se refieren a los períodos de la transición de fertilidad definidos como Fase II (es decir, de fertilidad alta a baja). La proyección mediana es la línea roja sólida en negrita, y los intervalos de proyección del 80 % y 95 % se muestran como líneas rojas discontinuas y de puntos, respectivamente. Los datos de la Fase I se refieren al período anterior al inicio de la transición de fertilidad (si ocurrió desde 1950). Los datos de la Fase III se refieren al período posterior a la transición de baja fertilidad no modelizado utilizando el modelo logístico doble, sino mediante un modelo de serie temporal autorregresivo de primer orden, AR(1).

La **conclusión principal** a la que llegamos tras la simulación del modelo para España es que el ajuste es bastante preciso ya que el dato de partida sitúa la tasa de fecundidad alrededor de 1.3 nacimientos por mujer, dato similar al que proporcionaba el *Eurostat* en la *figura 2.2*. Además de esto, lo verdaderamente interesante son las proyecciones que hace el modelo y que se puede comprobar se van aproximando a la tasa de 1.8 nacimientos por mujer, tasa que concuerda con las proyecciones que realiza la AIREf (Osés-Arranz y otros, 2018 [41]) y que comentamos anteriormente cuando hablamos de los modelos de proyección para el caso español.

La simulación de las iteraciones para los hiperparámetros  $\{\chi, \psi^2, \Delta_4, \alpha_i, \delta_i, \delta_4\}$  pueden ser igualmente

analizadas y exploradas gráficamente usando dos funciones del paquete: una para visualizar los parámetros independientes del país, y la otra para visualizar los parámetros del país específico, lo cual, en **R**, viene dado por el comando

```
> tfr.partraces.plot(mcmc.list = m3, par.names = "Triangle4", nr.points = 100)
```

para la gráfica  $\Delta_4$ , (izquierda) que contiene un rastro por cada cadena MCMC (en nuestro ejemplo 5 rastros).

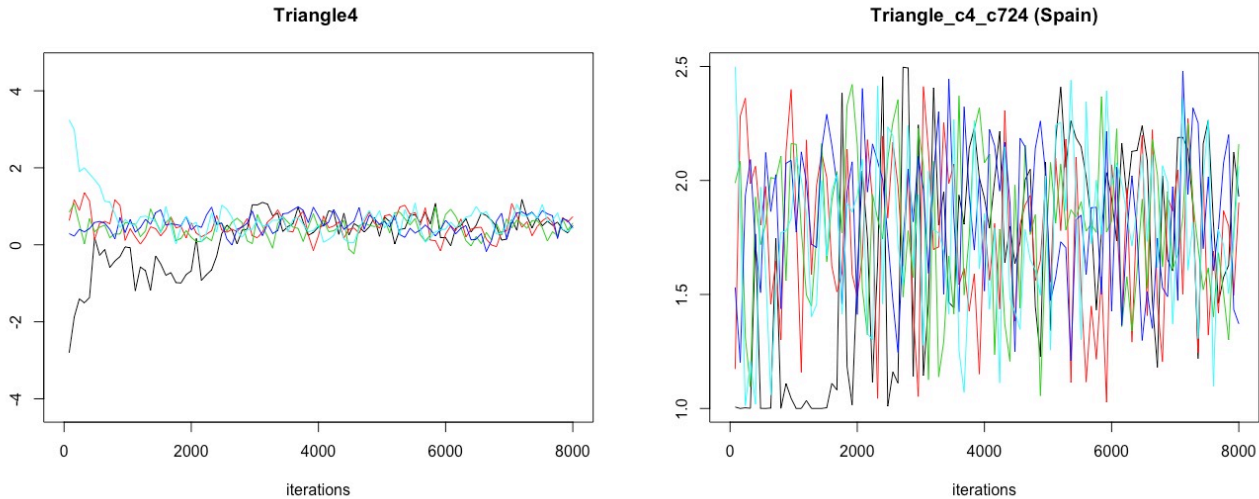


FIGURA 2.6: **Izquierda:** simulaciones de los parámetros MCMC para  $\Delta_4$ . **Derecha** simulaciones para el parámetro específico de España,  $\Delta_{c4}$

y por el comando

```
> tfr.partraces.cs.plot(country = "Spain", mcmc.list = m3, nr.points = 100,
+   par.names = "Triangle_c4")
```

para el gráfico de la derecha  $\Delta_{c4}$  específico de España.

También es posible visualizar las distribuciones de los hiperparámetros de la MCMC (**figura 2.7**), como hemos mencionado anteriormente y cuya equivalencia con el código en **R** se muestra a continuación:

$\chi$	$\psi$	$\Delta_4$	$\alpha_{1,2,3}$	$\delta_{1,2,3}$	$\delta_4$	$\frac{\exp(\alpha_i)}{\sum_j \exp(\alpha_i)}$	$a$	$b$	$S$
chi	psi	Triangle4	alpha	delta	delta4	alphanat_i	a_sd	b_sd	S_sd
<hr/>									
		$\sigma_0$	$c_{1975}$	$m_\tau$		$s_\tau$			
		sigma0	cons_sd	mean_eps_tau		sd_eps_tau			

El ‘script’ utilizado viene dado por la función:

```
> tfr.pardensity.plot(pred2, par.names = c("alphanat", "Triangle4", "delta",
+   "sigma0"), dev.ncol = 4, bw = 0.05)
```

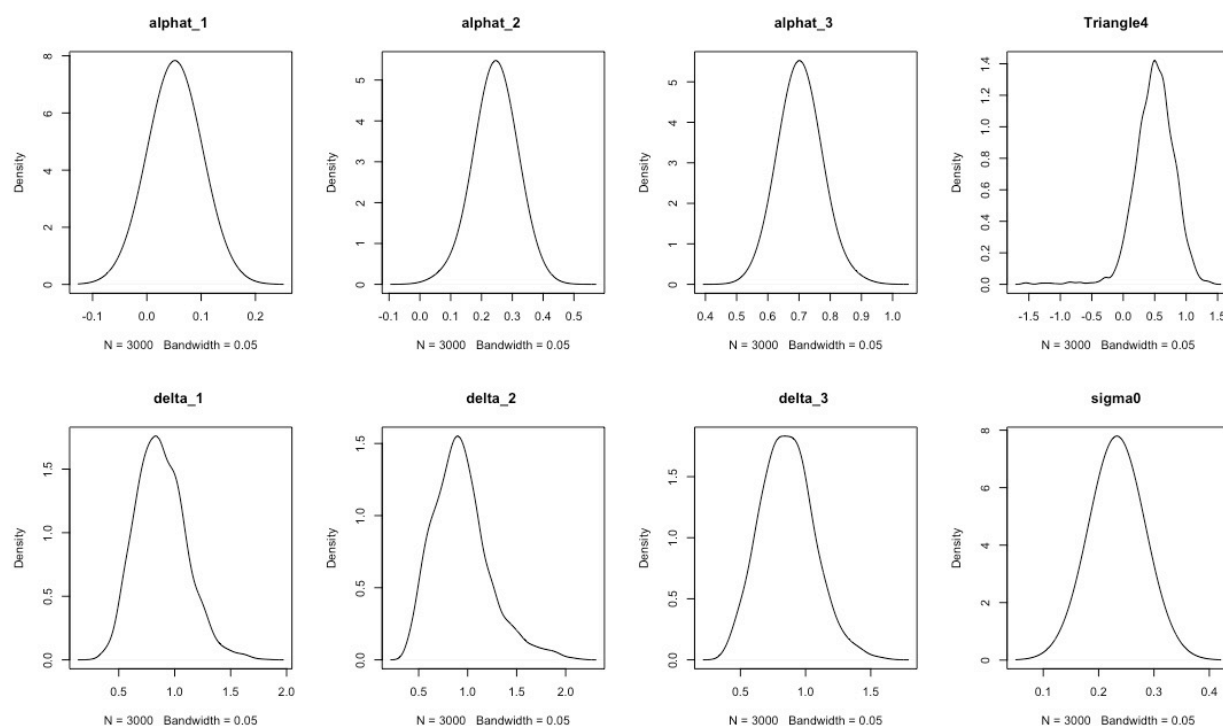


FIGURA 2.7: Densidad de las distribuciones de varios parámetros independientes del país

Por otro lado la simulación también nos ha permitido calcular la TFR actual (**figura 2.8**) y las proyecciones (**figura 2.9**) a nivel mundial en cada país:

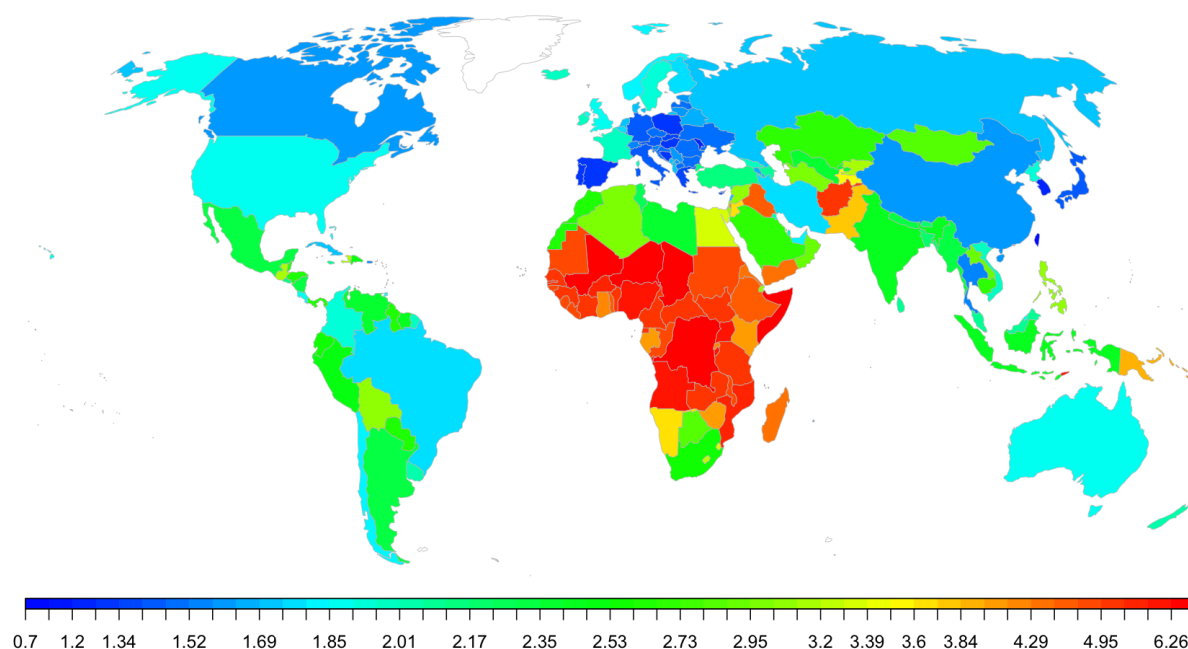


FIGURA 2.8: TFR 2010-2015 en cada país

Ello es porque en el paquete de simulación se ha incluido la posibilidad de crear mapas mundiales para cualquier periodo que se estime proyectar. Está hecho también con el software **R**, en concreto con los paquetes **rworldmap** (South, 2011 [46]) para el mapa y el paquete **fields** (Furrer y otros, (2011) [47]) para la leyenda de los gráficos.

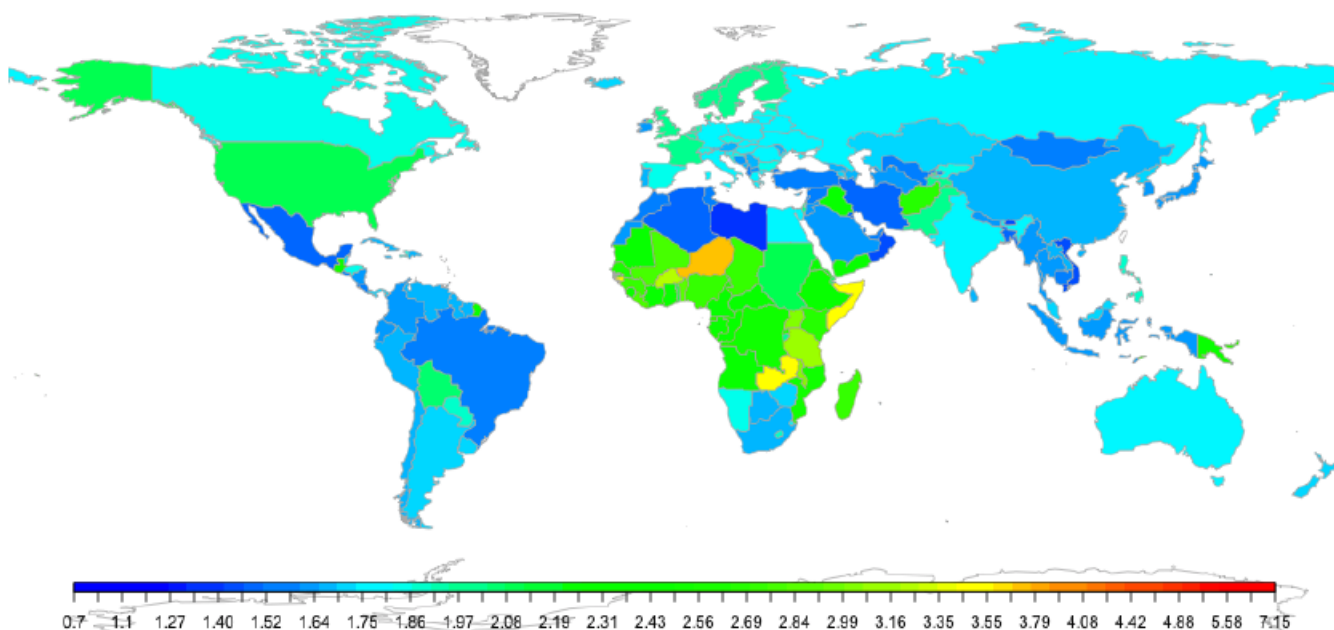
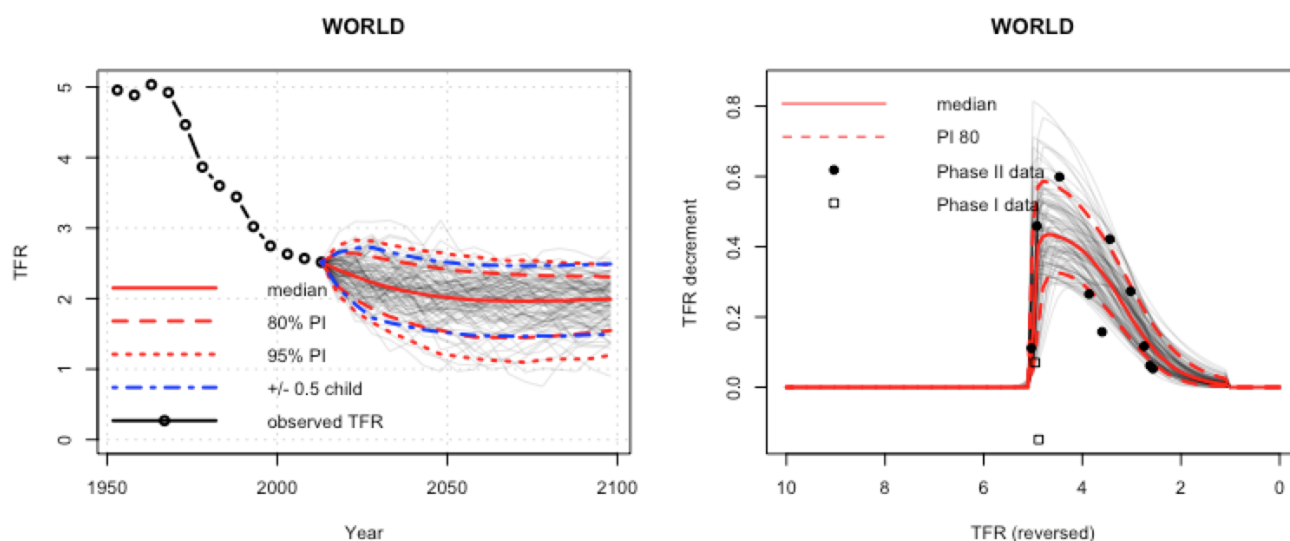


FIGURA 2.9: Proyecciones de la TFR 2050-2055 en cada país

Finalmente, también es posible simular las proyecciones mundiales de la TFR (**figura 2.10**) siguiendo la misma metodología que para el caso de España, dado que en las simulaciones que se han generado se han incluido, recordamos, 196 países, generándose pues, un fichero agregado que contiene las series históricas, especificadas por áreas y continentes a nivel mundial. Si observamos el nivel proyectado de la TFR para el año 2050, situado ligeramente por encima de 2 nacimientos por mujer y lo comparamos con las proyecciones de la (**figura 2.3**), veremos que, efectivamente, coinciden. Gracias a las simulaciones hechas, esta forma de crear las proyecciones gráficas, tiene la ventaja de que se pueden generar mapas para proyectar otros periodos temporales sobre la misma escala.

FIGURA 2.10: **Izquierda:** trayectorias proyectadas de la TFR a nivel mundial. **Derecha:** distribución de la función logística doble.

## 2.3. Los modelos de predicción de la mortalidad: revisión y funcionamiento de los más usados

Aunque la modelización de la mortalidad tiene una larga historia, concretamente desde que Benjamin Gompertz publicó su ley de la mortalidad en 1825, (Gompertz, 1825 [48]), numerosos modelos se han propuesto desde entonces, ya que los escenarios de mortalidad son una herramienta estándar en la proyección, entre otros, de los costes de beneficios definidos en los sistemas de pensiones basados en el reparto. Sin embargo, la predicción de la mortalidad es un desafío más reciente. Solo hay que echar un vistazo a la **figura 2.11** y veremos que la mayoría de los modelos se han desarrollado en la última parte del siglo pasado y tan solo hace cuatro décadas los métodos que se usaban eran relativamente simples y estaban sujetos a un elevado grado de juicio subjetivo. Además, la tecnología de entonces imposibilitaba, en cierto modo, un análisis más sofisticado y aunque en los últimos veinte años se han desarrollado y aplicado metodologías más complejas, estos modelos, en general, no han utilizado métodos desarrollados principalmente para la graduación específica por edad. En vez de eso, los actuarios y los demógrafos han hecho uso cada vez mayor de métodos estadísticos estándar.

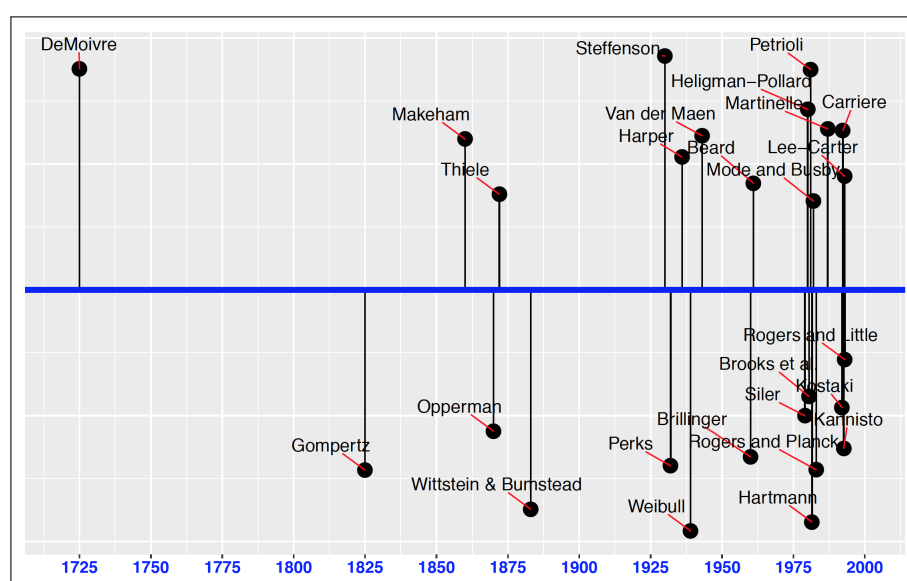


FIGURA 2.11: Línea temporal de la aparición de los modelos de mortalidad

Fuente: Pascariu y Canudas-Romo ([https://www.mortality.org/Public/HMD\\_4th\\_Symposium/Pascariu\\_poster.pdf](https://www.mortality.org/Public/HMD_4th_Symposium/Pascariu_poster.pdf))

Las proyecciones de vida y financieras que iluminan el estado financiero de los sistemas de pensiones son, indiscutiblemente importantes, no solo porque los sistemas de reparto transfieren recursos considerables de los trabajadores a los jubilados, sino porque las proyecciones de vida se usan para calcular las pensiones individuales. A medida que aumenta la esperanza de vida, y asumiendo los patrones actuales de jubilación, entre el 35 y el 40 por ciento de la población total en la OCDE serán jubilados dentro de las próximas tres décadas.

Constantemente asistimos a publicaciones oficiales que proporcionan una imagen de las contribuciones y pagos futuros en función de diversos escenarios demográficos y económicos. Estos informes proporcionan una visión del desarrollo financiero de los sistemas nacionales de pensiones.

El debate que surge en países de todo el mundo sobre cómo hacer frente al envejecimiento de la población no es nuevo, ya venimos señalando que cada vez son más las voces que se alzan (en la figura de diferentes colectivos, públicos y privados), poniendo de manifiesto la insuficiencia de los gobiernos para hacer frente a los diferentes fenómenos demográficos (longevidad, fertilidad y migración) que están modificando la estructura de muchos países. En este sentido, la publicación del informe de investigación del Banco Mundial [49], constituyó un hito en el debate. Este organismo, recomendó que sus países clientes adoptaran esquemas de varios pilares, con un “segundo pilar” financiado que juega un papel importante.



Para predecir la población debemos complementar los pronósticos de mortalidad con pronósticos similares para la fertilidad y si es necesario, para la inmigración. Estos elementos se pueden combinar en el procedimiento habitual de componentes de cohorte para generar predicciones estocásticas de la misma, aunque los pronósticos de fertilidad plantean desafíos especiales ya que no parece haber un patrón temporal ‘fuerte’ para estas dinámicas.

De esta forma, la mayoría de los análisis de la evolución histórica de las tasas de mortalidad se hacen usando modelos que descomponen dichas tasas de mortalidad en las dimensiones de edad, período y cohorte (o año de nacimiento). Estas tres variables forman una manera natural de analizar cómo cambian las tasas de mortalidad para las personas a medida que envejecen, el impacto del progreso médico y social con el tiempo y los efectos de la mortalidad a lo largo de la vida que siguen a las personas desde el nacimiento. Al proyectar los efectos del período y la cohorte, también se puede obtener información sobre la posible trayectoria que las tasas de mortalidad podrían seguir en el futuro.

Con los avances de la informática y las herramientas computacionales, las posibilidades de modelizar y examinar varios supuestos son hoy en día, más o menos, ilimitadas. La introducción de métodos estocásticos tiene la gran ventaja de producir una predicción de la distribución de probabilidad en vez de un pronóstico puntual determinista. Esta es la línea de trabajo, por ejemplo, de Juha Alho, el cual argumenta que tradicionalmente, el problema de cómo anticipar mejor los pronósticos demográficos que se hacen para el futuro surgen, naturalmente, en un entorno de sostenibilidad fiscal, es decir, sólo en este contexto, los responsables y administradores políticos hacen los análisis bajo suposiciones de que los futuros cambios demográficos son deterministas. En base a esto, el autor, afirma que si se considerase una demografía estocástica tales problemas se simplificarían porque los reguladores políticos basarían sus decisiones en las predicciones de la población futura pero revisarían esas decisiones cuando resulte que la demografía no sigue el camino esperado (Alho, 1990, [50]; Alho y Spencer, 2005 [51]).

Por regla general, la predicción de la mortalidad implica la especificación de un modelo subyacente de los datos y de un modelo de previsión. Estos modelos pueden ser distintos o integrados en un marco único. Así, se suelen emplear tres variables o factores: edad, período (o tiempo) y cohorte para clasificar el modelo subyacente como cero, uno, dos o tres (Tabeau, 2001) [52]. Los *modelos de factor 0* son simplemente una medida agregada o una tasa específica por edad (donde cada edad se trata de forma independiente); en este caso, no hay un modelo subyacente especificado. Los *modelos de un solo factor* tratan las tasas de mortalidad (período o cohorte) como una función de la edad, lo que permite aprovechar su regularidad a lo largo de la edad y, al pronosticar, la estabilidad de los patrones a lo largo del tiempo. Los *modelos de dos factores* normalmente, tienen en cuenta la edad y el período, por ejemplo, los métodos más recientes de predicción de la mortalidad emplean tales modelos. Los *modelos de tres factores* (o APC, *Age-Period-Cohort*) expresan las tasas en función de la edad, el período y la cohorte.

La mayoría de los métodos de predicción de la mortalidad son por extrapolación; es decir, hacen uso de la regularidad que, típicamente, se encuentra en ambos patrones de edad y de tendencias a lo largo del tiempo. Este enfoque incluye la extrapolación tradicional y ‘relativamente’ simple de medidas agregadas, como la esperanza de vida, así como métodos más complejos. En este sentido, el método Lee–Carter, ha sido el primer (y todavía más usado), modelo de mortalidad de estructura APC (Lee y Carter, 1992 [53]). En él, los autores proponen un modelo de la forma

$$\ln(\mu_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x \kappa_t,$$

es decir, con un solo término edad/período y modelizan el logaritmo de la mortalidad,  $\mu_{x,t}$ , ajustando el modelo mediante el uso de un proceso de dos etapas: en la primera etapa se estiman los parámetros utilizando la descomposición de valores singulares, que es una aplicación de los métodos de ajuste de mínimos cuadrados para una estructura de predicción bilineal, y en la segunda etapa se ajusta  $\kappa_t$  para ajustar mejor el número observado de muertes en cada año. Wilmoth (1993) [54] y Lee (2000) [55], adaptaron este enfoque de dos etapas pero conservando el uso de la estimación por métodos cuadrados.

Más tarde, Booth y otros, (2002) [56], fueron los primeros en señalar que el uso de descomposición de valores singulares para ajustarse al modelo Lee-Carter, selecciona solo el primero de un número potencialmente grande de términos de edad/periodo, por lo tanto, el modelo se extendió a una forma más compleja del tipo

$$\ln(\mu_{x,t}) = \alpha_x + \sum_{i=1}^N \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)},$$

derivándose un modelo de dos términos, comúnmente referido como modelo LC2<sup>19</sup>

$$\ln(\mu_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x^{(1)} \kappa_t^{(1)} + \beta_x^{(2)} \kappa_t^{(2)},$$

el cual ha sido estudiado en detalle por Renshaw y Haberman, (2003) [57].

En consecuencia, extensiones al modelo de Lee-Carter, han proliferado desde entonces, por ejemplo, Hyndman y Ullah (2007) [58], exploraron modelos con múltiples términos edad/periodo y usaron el análisis funcional de datos para ajustar estos modelos; Hatzopoulos y Haberman (2009) [59], usaron modelos lineales generales y Wang y otros (2009) [60], emplearon el uso de análisis de componentes principales. Sin embargo, ninguna de estas extensiones al modelo LC original se han mostrado menos populares de lo esperado en la práctica, posiblemente debido a que las funciones de orden superior muestran un comportamiento complicado, cuyos cambios en la tendencia dificultan hacer predicciones.

En 2006, Cairns, Blake y Dowd introdujeron el modelo que lleva su nombre, CBD, (Cairns y otros, 2006 [61]), para superar el problema de que las tasas de mortalidad proyectadas estén perfectamente correlacionadas en los modelos de una sola edad/periodo. Competidor directo del modelo de Lee-Carter, el modelo CBD es de la forma

$$\text{logit}(q_{x,t}) = \kappa_t^{(1)} + (x - \bar{x}) \kappa_t^{(2)},$$

resaltando los autores dos características: la ausencia de la función de edad estática  $\alpha_x$ , la cual reduce el número de parámetros libres, obteniéndose así un modelo más ‘moderado’ y el uso de una función logit como elementos diferenciadores del enfoque del modelo CBD en contraposición de los modelos basados en el estilo LC.

Así, en una generalización del modelo CBD, Cairns y otros (2009) [62] proponen la forma

$$\text{logit}(q_{x,t}) = \sum_{i=1}^N \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)} \gamma_{t-x}^{(i)},$$

y posteriormente y en base a lo anterior, en Cairns y otros (2011) [4], los autores desarrollan un marco de trabajo donde analizan y desarrollan seis modelos estocásticos de mortalidad (de ocho propuestos) de la forma:

Modelo	Fórmula
M1	$\log m(t, x) = \beta_x^{(1)} + \beta_x^{(2)} \kappa_t^{(2)}$
M2	$\log m(t, x) = \beta_x^{(1)} + \beta_x^{(2)} \kappa_t^{(2)} + \beta_x^{(3)} \gamma_{t-x}^{(3)}$
M3	$\log m(t, x) = \beta_x^{(1)} + na^{-1} \kappa_t^{(2)} + na^{-1} \gamma_{t-x}^{(3)}$
M5	$\text{logit } q(t, x) = \kappa_x^{(1)} + \kappa_x^{(2)} (x - \bar{x})$
M7	$\text{logit } q(t, x) = \kappa_x^{(1)} + \kappa_x^{(2)} (x - \bar{x}) + \kappa_x^{(3)} ((x - \bar{x})^2 - \hat{\sigma}_x^2) + \gamma_{t-x}^{(4)}$
M8	$\text{logit } q(t, x) = \kappa_x^{(1)} + \kappa_x^{(2)} (x - \bar{x}) + \gamma_{t-x}^{(3)} (x_c - x)$

<sup>19</sup>LC por Lee-Carter.



El problema del modelo clásico APC es que su ajuste se hace usando el método de mínimos cuadrados ordinarios, ya que el modelo es lineal en los parámetros; sin embargo, esto conlleva la construcción de una matriz, la cual es singular y por lo tanto no puede ser invertida tal y como requiere el enfoque de mínimos cuadrados. Esta singularidad, causada por la falta de identificabilidad de los parámetros en el modelo APC ha generado una abundante literatura sobre diferentes métodos para intentar un buen ajuste del modelo, como se puede comprobar en Glenn (1976) [63], Fienberg y Mason (1979) [64], Rodgers (1982) [65], Holford (1983) [66], Wilmoth (1990) [67], Kuang y otros (2008) [68], O'Brien (2011) [69] y Currie (2016) [70].

Todos estos métodos propuestos no dejan de ser híbridos, tal y como señalan Hunt y Blake (2015) [71], con combinaciones de las características de los modelos de Lee-Carter, de Cairns-Blake-Dowd y el modelo APC.

Por otro lado, Lee y Tuljapurkar (1994) [72], usan modelos de series de tiempo para hacer pronósticos estocásticos para la población de los EEUU; Giacometti y otros (2012) [73], comparan el modelo Lee-Carter y el modelo AR-ARCH a la hora de predecir las tasas de mortalidad, proponiendo este último como alternativa y concluyendo que el modelo AR(1)-ARCH(1) con una  $t$ -Student proporciona un mejor ajuste.

Otro enfoque, en cambio, considera el problema de conciliar los pronósticos de tasa de mortalidad específica por edad desde el punto de vista de los métodos de pronóstico de series temporales univariadas agrupadas (Hyndman, Ahmed y otros, 2011 [74]) y lo extienden a las series temporales funcionales (Shan y Hyndman, 2016 [75])

Hunsinger (2014) [76], también propone una predicción estocástica de la población usando modelos autorregresivos con coeficientes aleatorios, en concreto, propone modelos para la fertilidad, la mortalidad y la migración y Ekheden y Hösjer (2015) [77], introducen un modelo de regresión mixta para datos de mortalidad que se puede descomponer en un componente de tendencia determinista y que viene explicado: por las covariables edad y año, por una parte de la serie temporal gaussiana multivariante no explicada por las covariables anteriores y por y el riesgo binomial. Los autores ajustan los datos de mortalidad para los Estados Unidos y Suecia.

Por su parte, Kleinow y Richards (2017) [78], también en esta línea, muestran que los modelos ARIMA se ajustan mejor para representar las series temporales de la mortalidad que los modelos basados en paseos aleatorios.

Keilman y Pham, (2004) [79], han ampliado considerablemente sus modelos simples y sugieren varias formas de modelar y limitar la volatilidad de los pronósticos de proyección de la población.

Otro tanto hacen Neves y otros (2017) [80] cuando amplían el modelo de Lee-Carter utilizando una nueva clase de modelos de series temporales, conocidos como modelos de Puntuación Generalizada Autorregresiva (GAS) o Puntuación Condicional Dinámica (DCS). Este marco puede usarse para derivar una amplia gama de modelos de series temporales no-gaussianas con coeficientes que varían en el tiempo. Así, proponen cinco modelos de probabilidad (Poisson, binomial, binomial negativo, gaussiano y beta) basados en el modelo GAS para estimar los parámetros de Lee-Carter y pronosticar, dinámicamente, las tasas de mortalidad usando un solo paso unificado. Los modelos se aplican a las series temporales de tasas de mortalidad para la población masculina de los Estados Unidos, Suecia, Japón y el Reino Unido.

Un enfoque más explicativo a la hora de proyectar la mortalidad, hace uso de modelos estructurales o epidemiológicos de mortalidad de ciertas causas de muerte, donde se conocen las variables exógenas clave y se pueden medir; finalmente, en un tercer enfoque (de expectativas), las previsiones se basan en las opiniones subjetivas de expertos que involucran diversos grados de formalidad.

El trabajo de Calian y Harðson, (2015) [81], por ejemplo, está en línea con lo anteriormente citado. En su investigación, las predicciones están basadas en la aplicación de métodos estadísticos y modelos de componente de cohorte para proyecciones de población anuales, a corto y a largo plazo y mediante el análisis de series temporales con datos de migraciones, nacimientos y muertes, construyen modelos que usan para calcular puntos e

intervalos de confianza estimados para predecir los componentes de la población.

Una de las consideraciones fundamentales a la hora de pronosticar la mortalidad es la medida a pronosticar, la cual depende del *propósito de la predicción y de la disponibilidad de los datos* (Booth y Tickle, 2008) [82]. En la mayoría de los casos, las tasas (o probabilidades) de mortalidad según el sexo son de interés primordial, junto a las correspondientes tablas de vida derivadas. Cuando sólo se pronostica la esperanza de vida, lo más habitual en el caso de países en vías de desarrollo, se puede utilizar una tabla de vida modelo adecuada para proporcionar detalles específicos de la edad. Cuando lo que es relevante es el número de muertes, se derivan mejor de las tasas de mortalidad pronosticadas a través del pronóstico de la población (Booth, 2006) [83].

Los hallazgos empíricos del uso del modelo de Lee-Carter y sus extensiones optan por un modelo ARIMA (p,1,q) para modelizar la dinámica de los logaritmos de las tasas de mortalidad, lo que se denomina índice de mortalidad siendo un elemento clave para pronosticar y evaluar dichas tasas y gestionar el riesgo de longevidad. Sin embargo, según Leng y Peng, tanto el modelo de Lee-Carter como sus extensiones, no pueden detectar la verdadera dinámica del índice de mortalidad en general, lo que significa que las proyecciones de mortalidad futuras basadas en el procedimiento de inferencia de dos pasos en este modelo son cuestionables (Leng y Peng, 2016 [84]).

En la misma línea crítica con el modelo de Lee-Carter se mueven Mitchell y otros (2013) [85], los cuales proponen un modelo que analiza los datos de mortalidad desde una perspectiva diferente, mostrando que al realizar primero una transformación simple de los datos antes de modelizar, dicha modelización posterior mejora, considerablemente, la capacidad para replicar la dinámica de las tasas de mortalidad a través del tiempo.

También Wang, Jack Yue y Chong expresan sus objeciones al modelo de Lee-Carter cuando se trata de aplicarlo a poblaciones pequeñas, afirmando que se obtienen resultados poco satisfactorios para esos casos, proponiendo, en cambio un enfoque alternativo basado en una combinación de datos agregados y graduación de la mortalidad (Wang y otros, 2018 [86]).

Al igual que veíamos en la sección de los modelos de fertilidad, la estadística bayesiana también ha sido empleada en la modelización y proyección de la mortalidad. Así, Wiśniowski, Smith y otros, (2015) [87] desarrollan una aproximación bayesiana integrada y dinámica que incorpora los modelos tipo Lee-Carter para pronosticar los patrones de edad, con medidas asociadas de incertidumbre, de fertilidad, mortalidad, inmigración y emigración dentro de un modelo de proyección de cohorte. Sin embargo, los inconvenientes del modelo de Lee-Carter y sus derivados, hacen que estos mismos autores se centren en uno de los inconvenientes del modelo de Poisson Lee-Carter que impone la igualdad entre la media y la varianza y restringe las variaciones de mortalidad entre los individuos, presentando dos modelos para explicar potencialmente la sobredispersión y ajustándolos en un marco bayesiano (Wong, Forster y Smith, 2017, [88]).

Alexander y otros (2017) [89], consideran esencial la estimación de la mortalidad sub-nacional en el estudio de las desigualdades en la salud dentro de un país. De esta forma y al igual que vimos anteriormente en Wang y otros (2018) [86], en la línea de la aplicación de los modelos de mortalidad a poblaciones pequeñas, los autores presentan un modelo jerárquico bayesiano para estimar la mortalidad a nivel subnacional. El modelo se basa en los patrones de edad característicos de las curvas de mortalidad, que se construyen utilizando componentes principales de un conjunto de curvas de mortalidad de referencia.

Lin y O'Hare, (2017) [90] proponen un modelo de mortalidad con coeficiente de variación en el tiempo (TVC) que apunta a combinar las buenas características de los modelos existentes con métodos de calibración de modelos eficientes, aplicando técnicas no paramétricas de suavizado y Hilton y otros, (2018) [91], también dentro del enfoque paramétrico, presentan un enfoque bayesiano para el pronóstico de la mortalidad que calcula conjuntamente un modelo aditivo generalizado (GAM) para la mortalidad en la mayor parte del rango de edad y un modelo paramétrico para las edades mayores donde los datos son más escasos.

Autores como Fung, Peters y Shevchenko abordan el problema de la modelización de la mortalidad con factores de cohorte incorporados, a través de una nueva formulación bajo una metodología de espacio de estado,<sup>20</sup> demostrando que los factores de cohorte se pueden formular de manera natural en el marco del espacio estatal, a pesar de que los factores de cohorte se indexan según el año de nacimiento en lugar del año (Fung, Peters y Shevchenko, 2018, [92]).

Otros investigadores como Rabbi y Mazzuco comparan y contrastan los modelos de pronóstico de mortalidad para regímenes de mortalidad más altos en países que carecen de datos de series cronológicas de buena calidad, lo cual es común en varios países de Europa Central y Oriental para ello, utilizan siete variantes diferentes del método de Lee-Carter, los pronósticos coherentes de mortalidad de varios países de Europa central y oriental y el modelo jerárquico bayesiano utilizado por las Naciones Unidas para producir predicciones probabilísticas, considerando los datos de nueve países de Europa con una mortalidad comparativamente más alta, como por ejemplo Bielorrusia, Rusia, Ucrania o Hungría, llegando a la conclusión de que los hallazgos obtenidos implican la necesidad de crear nuevas técnicas de predicción para países con un elevado índice de mortalidad (Rabbi y Mazzuco, 2018, [93]).

Como se ha mencionado anteriormente, la proyección de la mortalidad como parte del riesgo de longevidad tiene un impacto crucial en las políticas sociales y económicas de los gobiernos. Todas las evaluaciones cuantitativas de la sostenibilidad fiscal que incluyen los efectos del envejecimiento de la población deben utilizar pronósticos demográficos. Es bien sabido que tales pronósticos son inciertos, y algunos estudios lo han tenido en cuenta al utilizar proyecciones de población estocásticas conjuntamente con modelos económicos. La comunidad investigadora y científica también ha centrado sus investigaciones en esta vertiente buscando siempre cuantificar y minimizar el impacto de ese riesgo de longevidad; Lassila, Valkonen y Alho (2014) [94], desarrollan este enfoque mediante la introducción de revisiones periódicas de los pronósticos demográficos que están integradas en las proyecciones estocásticas de la población. Según los autores, esto permite separar, para cada resultado demográfico y bajo diferentes reglas de política, los efectos esperados y realizados del envejecimiento de la población en las finanzas públicas.

Wills y Sherri (2011) [95], por su parte, desarrollan un modelo de longevidad estocástico adecuado para aplicaciones de precios y gestión de riesgos basadas en las tasas de mortalidad de la población australiana de 1971 a 2004 para las edades de 50 a 99 años. El modelo permite los cambios esperados que surgen de la edad y los efectos de la cohorte e incluye múltiples factores de riesgo estocásticos. Asimismo, captura los efectos de la edad y el tiempo y permite la dependencia de la edad en los factores estocásticos que impulsan las mejoras de la longevidad. Los autores concluyen que el modelo proporciona una buena adaptación a los datos históricos que capturan las tendencias estocásticas en la mejora de la mortalidad en diferentes edades y en el tiempo, así como la estructura de dependencia multivariable a través de las edades.

Määttänen y Alho (2014) [96], exponen los inconvenientes de las proyecciones demográficas en el sentido de que la evidencia histórica muestra que dichas predicciones, incluyendo las predicciones de la mortalidad, a menudo han sido más erróneas de lo que se suele creer; como consecuencia de esto, dichos pronósticos tienden a actualizarse con bastante frecuencia. Los autores discuten este problema desde el punto de vista del ahorro en el ciclo de vida y de la oferta laboral en el que una cohorte de trabajadores decide cuánto trabajar y cuánto ahorrar para las pensiones. Siguiendo en el contexto de una mortalidad estocástica, los pronósticos puntuales se actualizan periódicamente y los autores derivan una aproximación markoviana para la distribución predictiva de la mortalidad y permite comparar una solución de expectativas racionales teóricamente óptima con una estrategia en la que la cohorte simplemente actualiza el plan de ciclo de vida para que coincida con cada pronóstico de mortalidad actualizado.

Holzmann, Villegas y otros, (2017) [97], encuentran evidencias empíricas de que entre países, la longevidad es altamente heterogénea en características socioeconómicas clave, incluidos los ingresos. Una relación positiva

<sup>20</sup>Un **modelo de espacio de estados** es un modelo matemático de un sistema físico descrito mediante un conjunto de entradas, salidas y variables de estado relacionadas por ecuaciones diferenciales de infinito orden que se combinan en una ecuación diferencial matricial de primer orden.

entre los ingresos y la expectativa de vida en la jubilación equivale a un mecanismo directo de impuestos/subsidios cuando se aplica la expectativa de vida de la cohorte promedio para el cálculo de la anualidad, como se hace bajo los esquemas de contribución no financiera definida (Non-Defined Contribution). Dicha redistribución regresiva y la consiguiente distorsión del mercado laboral ponen en duda las características principales del esquema de contribución no definida y exige diseños de beneficios alternativos para compensar la heterogeneidad. De esta forma, los autores exploran cinco mecanismos clave de compensación: anualidades individualizadas; tasas de contribución individualizadas/asignaciones de cuentas; una estructura de contribución de dos niveles con estructura de tarifas socializada e individual; y dos enfoques complementarios bajo el enfoque de dos niveles para tratar las colas de distribución de ingresos y las distorsiones por encima y por debajo de un determinado nivel. Usando datos de Inglaterra, Gales y Estados Unidos, concluyen que tanto las anualidades individualizadas como un esquema de contribución de dos niveles son factibles y efectivos, siendo opciones políticas prometedoras.

Para el caso de nuestro país, cabe mencionar el trabajo de Amancio Beztuen, quien, contrastando la validez del modelo de Lee-Carter, primero y seleccionando, posteriormente, un intervalo factible para la validez de la proyección, ha aplicado el estudio para la población española (ambos sexos), contrastando el resultado y proyectándolo hasta el año 2030, concluyendo que cuando se elige adecuadamente el colectivo así como el horizonte temporal, el modelo de Lee-Carter proporciona unos buenos resultados, siendo la regresión lineal una buena estimación hacia el futuro, sin embargo, en palabras del autor: *“el modelo no proporciona los mismos resultados en cuanto a la esperanza matemática de vida a partir de los 65 años, cuando se toma en consideración todo el grupo de edades desde la edad inicial hasta la edad límite superior biométrico”* (Beztuen, 2010 [98]).

Por su parte, Benchimol, 2017 [99], presenta una metodología para elaborar tablas de mortalidad dinámicas y proporcionar una herramienta para poder cuantificar el impacto económico del riesgo de longevidad. Dicha metodología, reúne los modelos de mortalidad más usuales y proyecta las tasas de mortalidad de España por medio de una mixtura de los mismos basada en el criterio de información de Akaike, concluyendo que mediante intervalos de predicción al 95 %, la mixtura de modelos ha sido capaz de proyectar correctamente las tasas centrales de mortalidad en la gran mayoría de los casos, con menor sesgo y/o mayor precisión que los modelos considerados individualmente. sobre el mismo conjunto de datos.

### 2.3.1. Predicción en la población española con los paquetes ‘MortalityLaws’, ‘MortalityGap’ y ‘StMoMo’

La extensa literatura en materia de modelos de pronóstico y predicción de la mortalidad dificulta la idea de abarcar una revisión pormenorizada y exhaustiva, provocando que, tras hacer un análisis lo más actualizado y variado de las diferentes metodologías aplicadas, nos detengamos para continuar hacia adelante y pasar a centrarnos en nuestro país de forma que, del mismo modo que hicimos en el apartado 2.2.1 cuando usamos un modelo para proyectar la fertilidad española, procedemos del mismo modo para varios análisis; por un lado, la intención es establecer la relación entre la tasa bruta de mortalidad y la esperanza de vida, mediante una simulación/comparación entre varios países, a continuación, usaremos un modelo para la proyección de la esperanza de vida pero diferenciando entre sexo y finalmente, adaptaremos un modelo estocástico de mortalidad para la población española.

Hemos creído conveniente comenzar viendo la relación entre la tasa bruta de mortalidad y la esperanza de vida. Como se puede ver en la **figura 2.12**, con los datos disponibles, hemos representado desde 1960 hasta 2016 este ratio, observando que dicha tasa ha pasado de una tasa mortalidad bruta de algo más de 8,5 por cada mil habitantes para una esperanza de vida de algo menos de 70 años, hasta situarse en menos de 9 con una esperanza de vida de 82 años, aproximadamente. Entre estos dos periodos, como se observa en la gráfica, la tasa de mortalidad se ha estado moviendo, más o menos entre 8 y 9, a medida que incrementaba la esperanza de vida, considerándose bastante estable en estos últimos 60 años, si bien podemos destacar periodos puntuales en los que la tasa de mortalidad disminuyó y aumentó; con todo, se puede considerar una tasa bruta de mortalidad bastante estable, sin olvidar que el incremento en la esperanza de vida ha sido considerable.

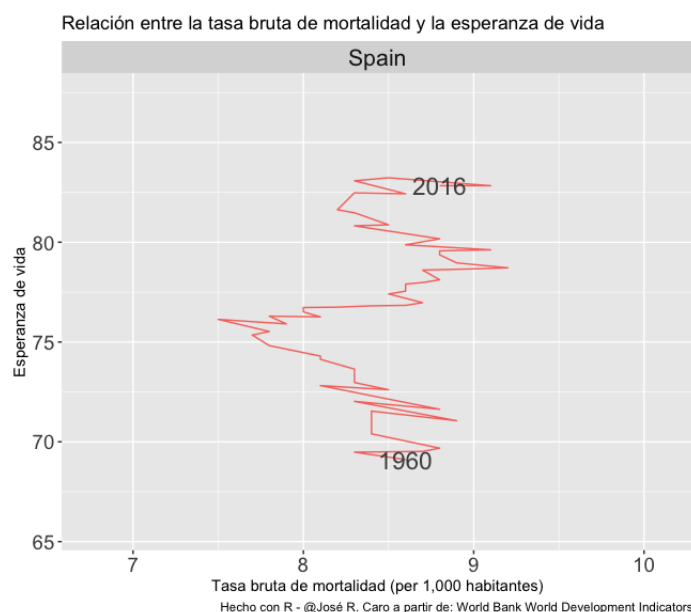


FIGURA 2.12: Relación entre la tasa de mortalidad y la esperanza de vida en España  
(Fuente: Elaboración propia a partir de World Bank World Development Indicators)

Lo interesante de este análisis es comparar España con otros países, ya que si podemos considerar que durante los últimos 60 años España ha gozado de cierta estabilidad en cuanto una tasa bruta de mortalidad ‘contenida’ mientras la esperanza de vida no ha dejado de crecer, podría ser conveniente ver qué ocurre con esta misma relación en otros países, no ya del entorno o del mismo continente que España, sino a nivel mundial. Para ello, como se puede apreciar en la **figura 2.13**, hemos seleccionado doce países, algunos de ellos con un índice de desarrollo por debajo del normal, para ver cómo ha evolucionado tanto la tasa bruta de mortalidad como la esperanza de vida. De este modo, hemos hecho seleccionado a Mozambique, Etiopía y Zambia como representativos del continente africano, observando en todos ellos que la tasa bruta de mortalidad ha disminuido en proporciones considerables (si bien estaba en unos índices muy elevados) y la esperanza de vida ha aumentado, también de forma importante, como cabría esperar, si bien en estos países la mejora es más acentuada, pues venían de una situación de extrema gravedad. Particularmente llamativo es el caso de Zambia ya que se observa que la relación entre la tasa bruta de mortalidad y la esperanza de vida retrocede en un periodo que va desde principios de la década de los 80 hasta mediados de los 90, durante este tiempo, la esperanza de vida que llegó a ser de 52 años en 1980, retrocedió hasta casi los 40 años y cuya explicación la encontramos en los altos niveles de pobreza y las enfermedades como la malaria, la tuberculosis y el VIH que asolaron el país y provocaron las muertes prematuras de millones de zambios.

La inclusión de India, China y Japón se debe a que son los países asiáticos más importantes y de mayor crecimiento en cuanto a población se refiere en los últimos años y los dos primeros se comportan de forma parecida a los países africanos mencionados antes, es decir, han pasado de tener una tasa de mortalidad bruta ‘relativamente’ alta y una esperanza de vida bastante baja, a disminuir, de forma ostensible la primera y a incrementar, de forma considerable, la segunda. Destacable es el caso de Japón, uno de los países donde la esperanza de vida es más alta pero a la vez más envejecida, por ello experimenta un incremento en ambas magnitudes.

Similar comportamiento (descenso abrupto de la tasa de mortalidad e incremento progresivo de la esperanza de vida) podemos apreciar en México, Brasil y Chile, como países seleccionados de América Central y del Sur aunque parten de una situación mejor, con unas tasas bruta de mortalidad inferiores y una esperanza de vida mayores que los anteriores países, finalmente, ya dentro de los países más desarrollados, hemos creído conveniente incluir a los Estados Unidos, Australia y Canadá, los cuales tienen un comportamiento ‘parecido’ a España.



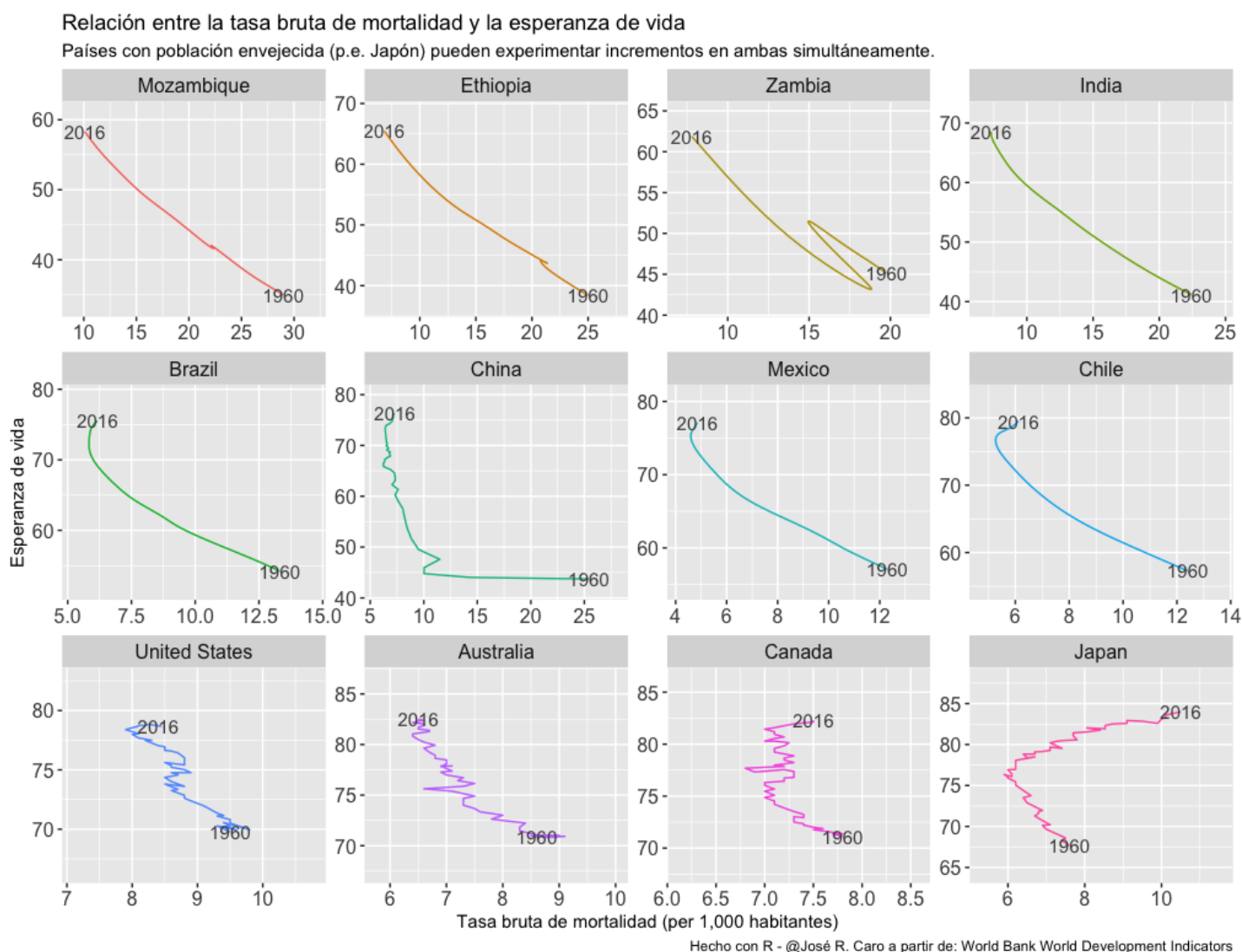


FIGURA 2.13: Relación entre la tasa de mortalidad y la esperanza de vida en algunos países seleccionados  
(Fuente: Elaboración propia a partir de World Bank World Development Indicators)

La importancia del análisis anterior radica en que la perspectiva comparada entre países nos permite ver la estrecha relación entre tasa bruta de mortalidad e incremento de esperanza de vida que se produce tanto en países subdesarrollados o en vías de desarrollo como en países más avanzados; por otro lado, en nuestro país, nos sitúa en un buen punto de partida para introducir las proyecciones de la mortalidad que a continuación desarrollaremos y que como indicamos al principio del tema, están basadas en los modelos estocásticos de mortalidad de Edad/Periodo/Cohorte (Age/Period/Cohort), que incluyen los ya mencionados modelos de Lee-Carter y Cairns-Blake-Dowd, ya que aún hoy, a pesar de las críticas suscitadas, los inconvenientes señalados y las modificaciones y mejoras aportadas, estos modelos siguen siendo de los más usados a la hora de proyectar la mortalidad. Concretamente, como señalan Girosi y King (2007) [100], el modelo de Lee-Carter posee varias características no reconocidas o insuficientemente apreciadas, por lo que la investigación de dichos autores, podría ser una buena aproximación para entender el modelo que Ronald Lee y Lawrence Carter crearon en 1992.

Ya hemos hecho mención anteriormente a la estructura de los modelos de Edad/Periodo/Cohorte (en adelante y para estar en línea con la nomenclatura anglosajona y evitar confusiones, lo denominaremos APC) y decíamos que un modelo de mortalidad de esta estructura es aquel que vincula una variable de respuesta con una estructura de predictor lineal o bilineal, que consiste en una serie de factores que dependen de la edad,  $x$ , período,  $t$  y año de nacimiento (o cohorte),  $y = t - x$ , para una población. Por lo tanto, los modelos APC se encajan en la clase general de modelos no lineales generalizados, con una estructura que se puede describir

como sigue:

$$\eta_{x,t} = \alpha_x + \sum_{i=1}^N \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)} + \beta_x^{(0)} \gamma_{t-x}$$

cuyos componentes quedan definidos:

- Una función de enlace,  $\eta_{x,t}$ , para transformar la variable de respuesta (que será una medida de las tasas de mortalidad) a la edad  $x$  y para el año  $t$  en una forma adecuada para modelizarla y vincularla a la estructura del predictor propuesta.
- Una función de edad estática,  $\alpha_x$ , para capturar la forma general de la mortalidad en todas las edades y características de la curva de mortalidad que no cambian con el tiempo.
- Un conjunto de  $N$  años/períodos,  $\beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)}$ , que consiste en funciones de período,  $\kappa_t^{(i)}$ , que determina la evolución de las tasas de mortalidad a través del tiempo, y funciones de edad,  $\beta_x^{(i)}$ , que determina el patrón de la mortalidad que cambia a lo largo de las edades.
- Un término de edad/cohorte,  $\beta_x^{(0)} \gamma_{t-x}$ , que consiste en un término de cohorte,  $\gamma_{t-x}$ , que determina los efectos de por vida específicos de cada generación, denotados por su año de nacimiento y una función de edad,  $\beta_x^{(0)}$ , que modifica el término de cohorte.

Nuestro análisis de la proyección de la mortalidad lo hemos enfocado de dos formas: por un lado, hemos usado un modelo de esta forma y lo hemos ajustado usando el paquete ‘**StMoMo**’ disponible en **R** y que aprovecha la estructura común de los modelos no lineales generalizados para estimar, de forma bastante eficiente, una amplia gama de modelos diferentes. También y por otro lado, hemos adaptado el paquete ‘**MortalityLaws**’, también disponible en **R** (Pascariu, 2018 [101]), el cual permite construir tablas de vida completas y abreviadas, descargar datos de la *Human Mortality Database* y analizar y ajustar, mediante métodos de optimización, un amplio rango de modelos de mortalidad. En concreto, el paquete permite ajustar hasta 28 modelos estocásticos de mortalidad, entre los que se encuentran los de: Thiele, (1871) [102], Makeham (1860) [103], Siler, (1979) [104] y Heligman-Pollard [105], siendo estos con los que hemos simulado el ajuste para nuestro caso. De este modo, en la **figura 2.14** y **2.15**, observamos los ajustes para las diferentes distribuciones.

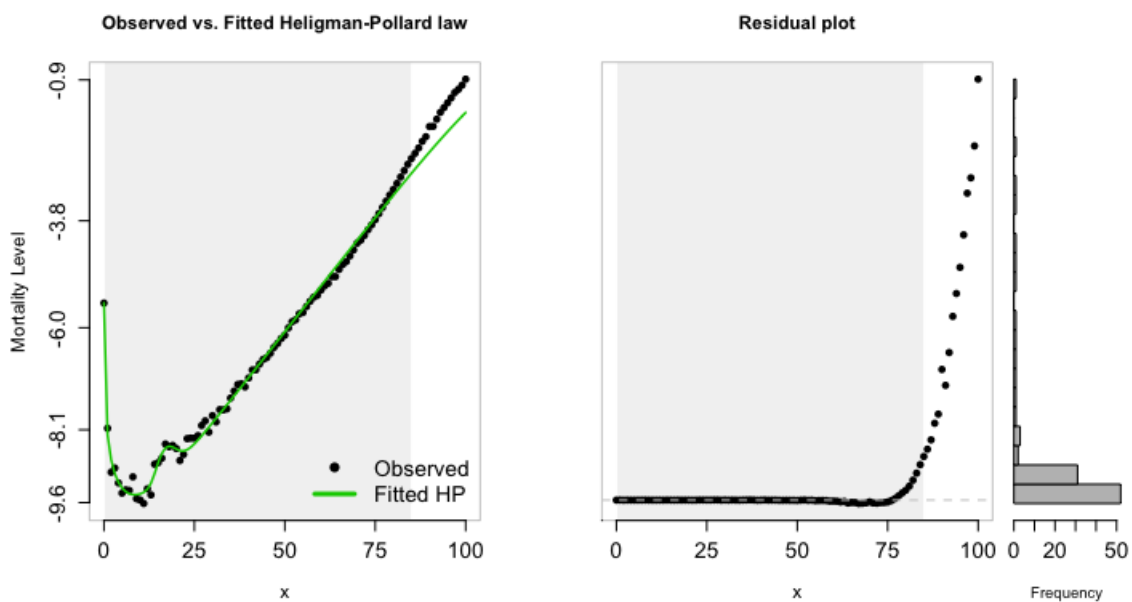


FIGURA 2.14: Ajuste del modelo de Heligman-Pollard para los datos de nivel de mortalidad de la población española (Fuente: Elaboración propia en **R** a partir de *Human Mortality Database* y Pascariu [2018])

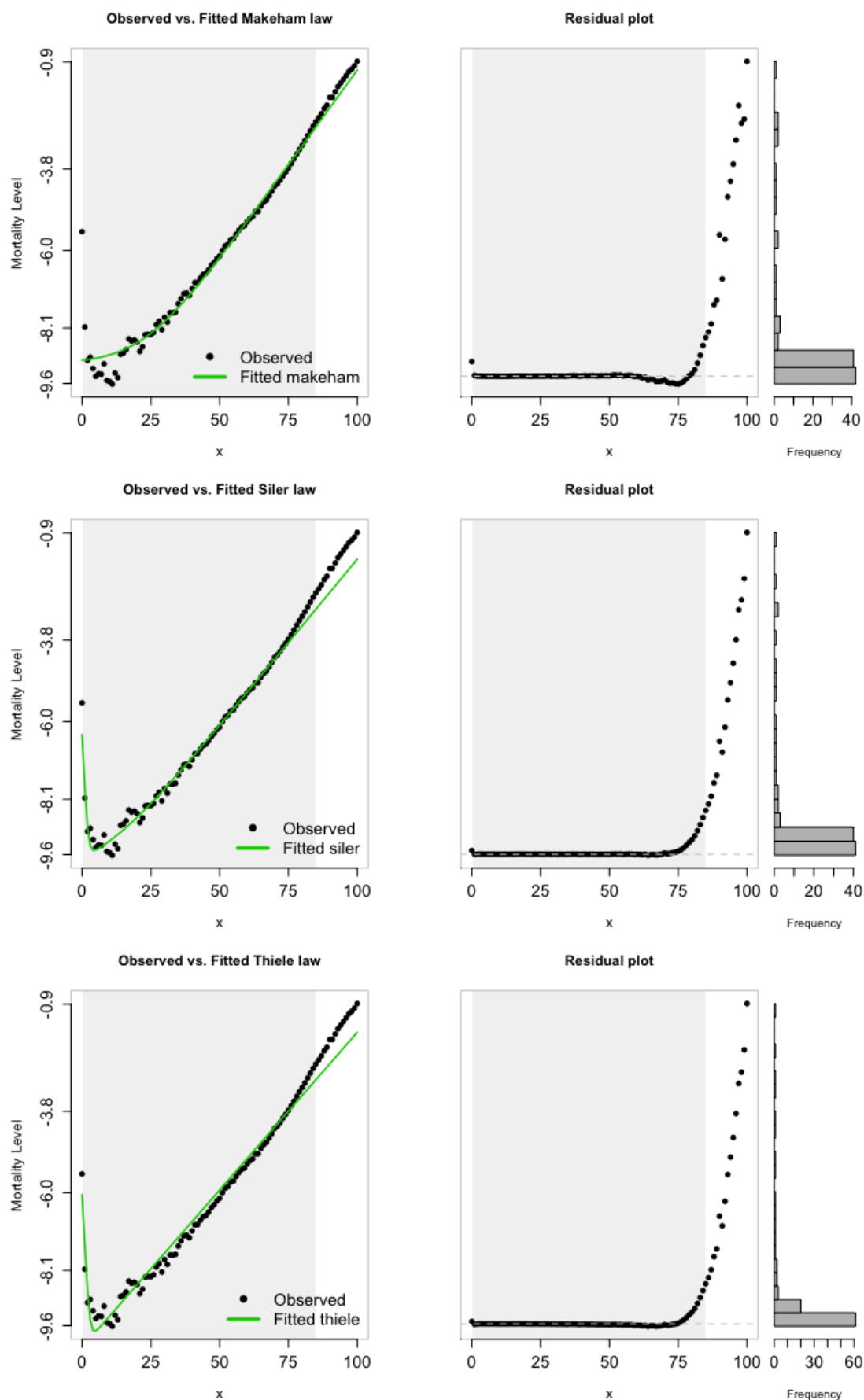


FIGURA 2.15: Ajuste de los modelos de Makeham, Siler y Thiele para los datos de nivel de mortalidad de la población española (Fuente: Elaboración propia en *R* a partir de *Human Mortality Database* y Pascariu [2018])



Otro análisis y proyección interesante que hemos simulado ha sido el propuesto por Pascariu (2018) [106], en el que afirma que la esperanza de vida está estrechamente correlacionada no solo entre países sino entre hombres y mujeres; así, construye un modelo que usa las correlaciones existentes entre países y entre sexos para proyectar la esperanza de vida de forma separada al nacer y a partir de los 65 años en el modelo denominado *Double-Gap* (DG), comparándolo con los de Lee-Carter y Cairns-Blake-Dowd.

En base a lo anterior, para predecir los niveles futuros de esperanza de vida, el autor identifica el punto de referencia que dé la mejor predicción de la esperanza de vida (esto es, el mejor ajuste que den los modelos usados) para obtener un sentido general de la dirección y la tasa de cambio en la mortalidad humana. La brecha entre la esperanza de vida femenina en una población dada y la tendencia (según los mejores ajustes de los modelos disponibles),  $D_{k,x,t}$ , se pronostica utilizando un modelo clásico de series de tiempo, determinando así la esperanza de vida femenina futura. La brecha entre la esperanza de vida masculina y femenina,  $G_{k,x,t}$  se pronostica con la ayuda de un modelo mixto para obtener la esperanza de vida masculina específica del país.

$$\nabla^d D_{k,x,t} = \underbrace{\mu_{k,x}}_{\text{Drift}} + \underbrace{\sum_{i=1}^p \phi_i \nabla^d D_{k,x,t-i}}_{\text{Regresión}} + \underbrace{\epsilon_{k,x,t}^{(1)} + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{k,x,t-j}^{(1)}}_{\text{Ruido suavizado}}$$

$$G_{k,x,t}^* = \begin{cases} \beta_0 + \underbrace{\beta_1 G_{k,x,t-1} + \beta_2 G_{k,x,t-2}}_{\text{Modelo autorregresivo}} + \underbrace{\beta_3 (e_{k,x,t}^f - \tau)_+}_{\substack{\text{Nivel asociado a la esperanza de vida} \\ \text{cuando el gap empieza a estrecharse}}} + \epsilon_{k,x,t}^{(2)} & \text{si, } e_{k,x,t}^f \leq A \\ \underbrace{G_{k,x,t-1} + \epsilon_{k,x,t}^{(3)}}_{\text{Proceso aleatorio}} & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Con el uso del paquete ‘**MortalityGap**’ disponible en **R**, hemos podido simular y adaptar este modelo para la población española donde en el periodo que va desde 1950 hasta 2014, (periodo de disponibilidad de cifras reales en la *Human Mortality Database*, fuente de origen de los datos) el modelo que mejor se ajusta para describir los datos es el ARIMA(1, 0, 2) tanto para la edad 0, esto es al nacer como a los 65 años.

Las estimaciones de los parámetros del modelo se proporcionan en el **cuadro 2.1** para los ajustes al nacer y a los 65 años, respectivamente. El coeficiente  $\beta_0$  refleja el nivel de interceptación, el cual puede ser interpretado como la brecha biológica entre sexos;  $\beta_1$  y  $\beta_2$  representan el efecto de las dos brechas previas en  $t - 1$  y  $t - 2$ , lo que influye en el rango de valores posibles para la nueva brecha. Juntos, los tres primeros parámetros,  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  y  $\beta_2$  explican la mayoría de la tendencia de la brecha. El parámetro negativo  $\beta_3$  proporciona la velocidad de la convergencia entre la esperanza de vida femenina y masculina, por lo que como se puede ver, las esperanzas de vida al nacimiento convergen más rápido que aquéllas a la edad de 65 años.

Parámetros	Estimación Edad 0	Estimación Edad 65	$Pr(>  t )$ para ambas edades
$\beta_0$	0.2125737	0.1405291	<2.2e-16
$\beta_1$	0.8218405	0.6480704	<2.2e-16
$\beta_2$	0.1597114	0.3294324	<2.2e-16
$\beta_3$	-0.0269039	-0.0144203	<2.2e-16
$\tau$	75	15	
$A$	86	24	
$L$	2.24	0.33	
$U$	13.68	5.24	

CUADRO 2.1: Parámetros estimados para el ‘gap’ entre la esperanza de vida al nacimiento y a la edad de 65 años

Fuente: Cálculos propios en **R** a partir de HMD y Pascariu [2018]

Los valores futuros estimados para el año 2050, gap incluido, junto a los intervalos de predicción al 80 % y 95 %, son mostrados en la **figura 2.16**. A partir del año 2014 se producen las proyecciones por sexo (modelo DG, línea discontinua en azul), siendo la parte de color claro azulado el ‘gap’ (hueco) entre sexos.

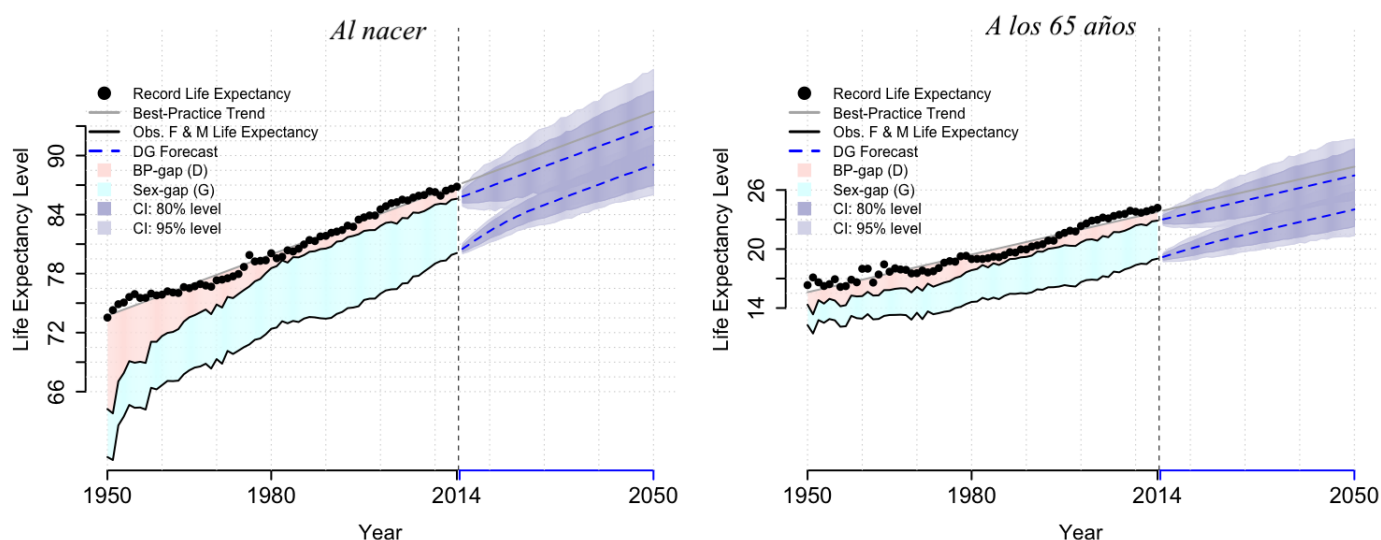


FIGURA 2.16: Esperanza de vida actual y proyectada al nacer y a partir de los 65 años generada por los modelos Double-Gap (DG), Lee-Carter (LC) y Cairns-Blake-Dowd (CBD), para hombres y mujeres, 1950-2050. Los intervalos de predicción al 80 % y al 95 % solo se muestran para el modelo DG (Fuente: Elaboración propia en **R** a partir de *Human Mortality Database* y Pascariu [2018])

El **cuadro 2.2** muestra los resultados de la gráfica en conexión con los datos históricos, a partir de los cuales se hacen las proyecciones hasta el año 2050, observándose que según el modelo DG, la esperanza de vida femenina al nacer sería de 92.97 años y la masculina de 89.08, siendo la brecha de 3.89 años. A los 65 años, dicha esperanza de vida femenina sería de 27.73 años y la masculina de 24.29, con una reducción en la brecha, pasando ésta a 3.43 años.

Modelo			Edad 0			Edad 65		
			Mujer	Hombre	Brecha	Mujer	Hombre	Brecha
España	DG	$\hat{e}_{x,2050}$	92.97	89.08	3.89	27.73	24.29	3.43

CUADRO 2.2: Proyecciones de la esperanza de vida en hombres y mujeres incluyendo la brecha, al nacer y a los 65 años. Fuente: Cálculos propios en **R** a partir de *HMD* y Pascariu [2018]

Finalmente y como mencionamos al comienzo de este análisis, es interesante simular las proyecciones de esperanza de vida y mortalidad con uno de los modelos clásicos que siguen siendo más utilizados, el de Lee-Carter. Para ello hemos seguido utilizando nuestros datos ya utilizados en nuestras anteriores simulaciones y los hemos ajustado al modelo (el código en **R** se encuentra disponible en el **anexo E**)

$$\ln m_{x,t} = a_x + b_x k_t + \epsilon_{x,t}$$

donde  $a_x$  describe la forma general de mortalidad según las diferentes edades y representa el logaritmo de la media geométrica de las tasas de mortalidad empírica, promediada a lo largo de años históricos;  $e^{a_x}$  mide de hecho la forma general a través de la edad del calendario de mortalidad. Además,  $k_t$  reproduce la tendencia temporal subyacente, mientras que un término  $b_x$  se considera para tener en cuenta el efecto diferente del tiempo  $t$  en cada edad. Se supone que  $b_x$  es invariante en el tiempo y explica cómo las tasas disminuyen rápida o lentamente en respuesta al cambio en  $k_t$ .

Finalmente  $\epsilon_{x,t}$  son variables aleatorias  $N(0; 2)$  independientes e idénticamente distribuidas, teniendo en cuenta

que tanto la edad como la tendencia temporal no son capturadas en su totalidad por el modelo.

La (figura 2.17) muestra, para la población española, el patrón de logaritmo de las tasas de mortalidad según la edad y el tiempo. Se muestran varios comportamientos respectivamente para hombres, mujeres y población total.

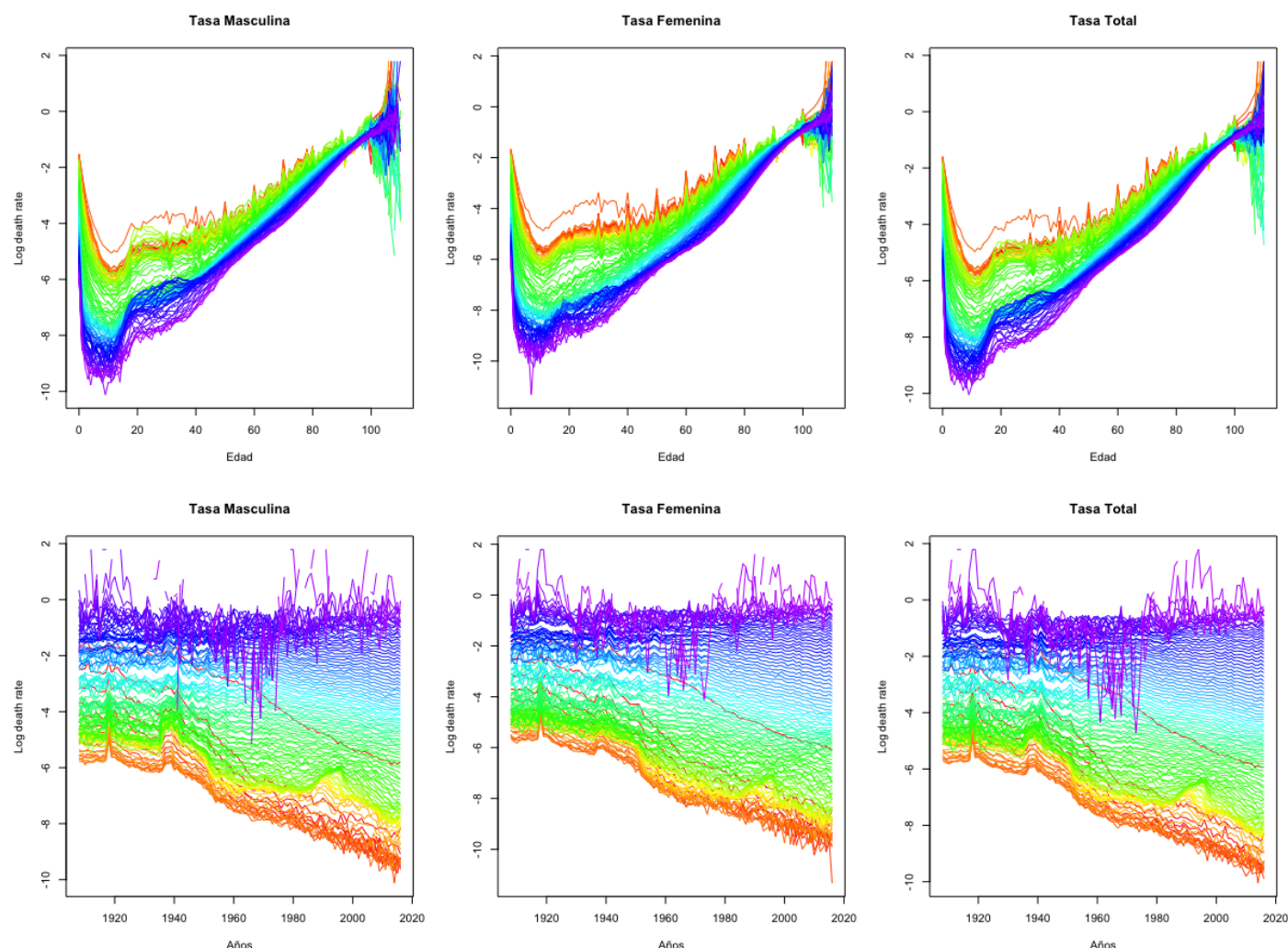


FIGURA 2.17: Patrón de logaritmo de tasas de mortalidad según edad y tiempo para la población española

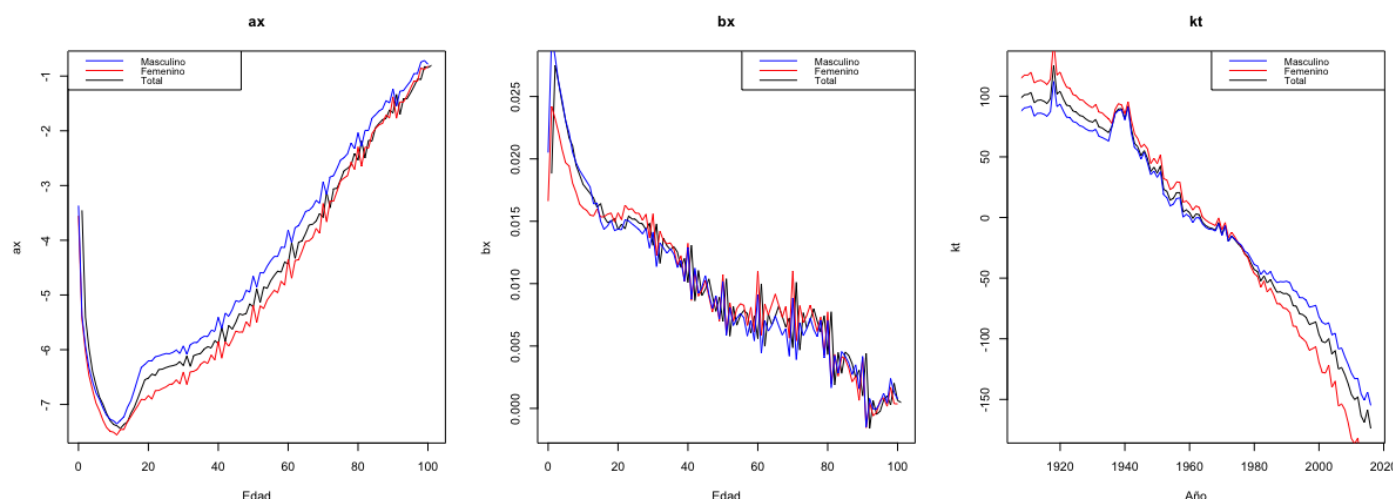
*Fuente: Cálculos propios en R a partir de HMD*

Los datos españoles confirman que la mortalidad disminuye en todas las edades con un comportamiento diferente según los diferentes años de vida.

Para ajustar el modelo Lee - Carter (sin el cambio logarítmico) se puede usar la función en R `'lca'`. Lee-Carter se aplica aquí por separado entre hombres, mujeres y población total y al considerar una edad máxima igual a 100. De esta forma, adaptando el código R como sigue:

```
> spainLcaM<-lca(spainDemo,series="male",max.age=100)
> spainLcaF<-lca(spainDemo,series="female",max.age=100)
> spainLcaT<-lca(spainDemo,series="total",max.age=100)
```

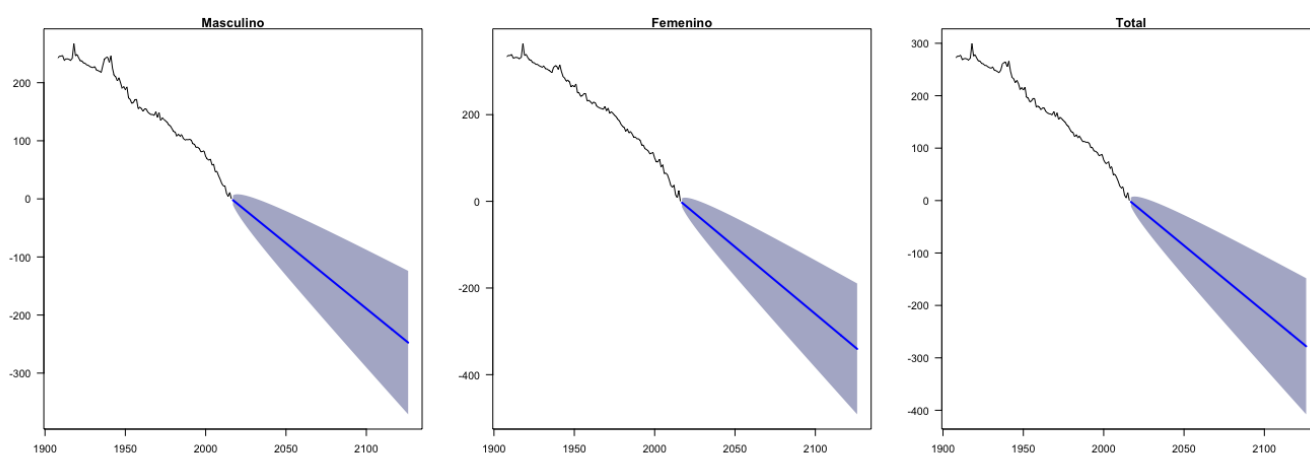
dicha función devuelve el objeto que nos permite inspeccionar  $a_x$ ,  $b_x$  y  $k_t$ . La figura 2.18 representa los valores de los parámetros estimados:

FIGURA 2.18: Parámetros  $a_x$ ,  $b_x$ ,  $k_t$  estimados con la función 'lca'*Fuente: Cálculos propios en R a partir de HMD*

Un comportamiento similar de los parámetros se observa de acuerdo con diferentes conjuntos de datos. Como se esperaba, la mortalidad promedio crece cuando aumenta la edad (ver patrón de  $\hat{a}_x$ ).  $b_x$  muestra, en cambio, un mayor valor para las edades más jóvenes y una mayor mejora para las mujeres en el rango de edad (60-80). Finalmente, como se esperaba,  $k_t$  tiene una tendencia decreciente con el incremento de tiempo.

A continuación podemos usar la función 'forecast' para predecir  $k_t$ s (hasta 110 años). La proyección está basada en una extrapolación ARIMA (figura 2.19)

```
> fM <- forecast(spainLcaM, h = 110)
> fF <- forecast(spainLcaF, h = 110)
> fT <- forecast(spainLcaT, h = 110)
```

FIGURA 2.19: Valores pronosticados de  $k_t$  re-escalados a cero en el último año observado (2014)*Fuente: Cálculos propios en R a partir de HMD*

Finalmente, derivamos el patrón completo de las tasas, las cuales, pasadas y pronosticadas se unen aquí en la misma matriz (ver figura 2.20).

```
> ratesM<-cbind(spainDemo$rate$male[1:100,], fM$rate$male[1:100,])
> ratesF<-cbind(spainDemo$rate$female[1:100,], fF$rate$female[1:100,])
> ratesT<-cbind(spainDemo$rate$total[1:100,], fT$rate$total[1:100,])
```

Presentamos aquí el patrón de tasas pasadas y pronosticadas según la diferente población. La mejora prevista esperada es claramente visible:

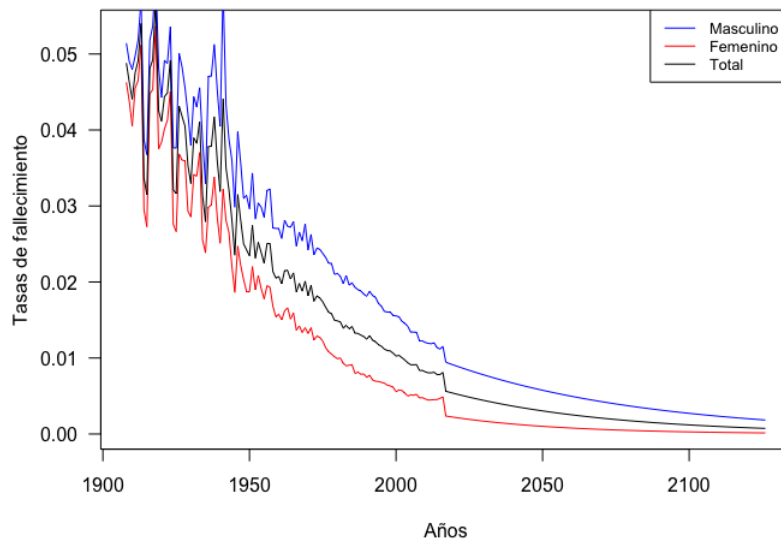


FIGURA 2.20: Tasas de observación y predicción de fallecimiento para la población

En el paquete ‘**StMoMo**’, la rutina de arranque de los modelos de mortalidad estocástica GAPC se implementa con la función genérica `bootstrap`. Esta función es compatible tanto con el *bootstrap* semiparamétrico como con el *bootstrap* residual. Por ejemplo, nosotros hemos obtenido 5 000 muestras de arranque semiparamétricas del modelo Lee-Carter con la función:

```
> LCboot_NZ <- bootstrap(LCfit_NZ, nBoot = 5000, type = "semiparametric")
```

El *bootstrap* es un procedimiento de computación intensiva. En particular, las 5.000 muestras semiparamétricas de arranque del modelo de Lee-Carter tardaron aproximadamente dos horas en ejecutarse.

La salida de la función `bootstrap` es un objeto de la clase “`bootStMoMo`” en el que el componente `bootParameters` contiene las réplicas `nBoot` de los parámetros de *bootstrap*. Con el comando se puede obtener un gráfico de abanico que muestra los intervalos de confianza del 50 %, 80 % y 95 % del modelo de arranque y carga de Lee-Carter (figura 2.21):

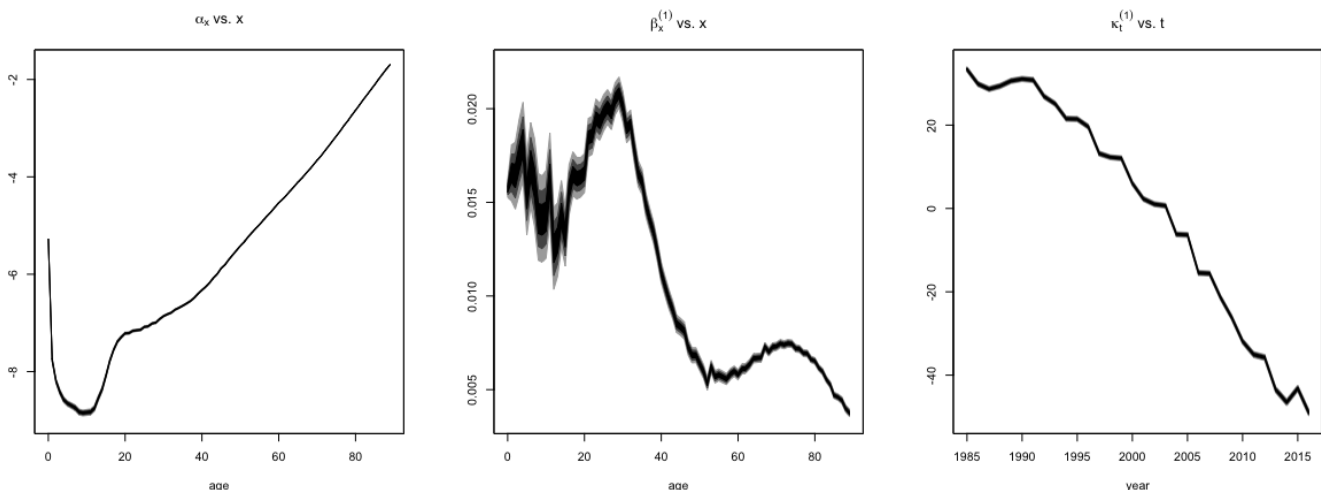


FIGURA 2.21: Parámetros obtenidos con la técnica *bootstrap* para el modelo de Poisson Lee-Carter se ajustaron a la población masculina de España para las edades 0-89 y el período 1985-2016. Las sombras en el abanico representan intervalos de confianza al 50 %, 80 % y 95 %.

Se puede apreciar que mientras la incertidumbre de los parámetros en la función de edad estática  $\alpha_x$  y el índice de período  $k_t^{(1)}$  es modesta, la incertidumbre en los parámetros de modulación de la edad  $\beta_t^{(1)}$  es más significativa.

Para resaltar el impacto del riesgo de parámetros en las proyecciones de la tasa de mortalidad, es interesante comparar los intervalos de predicción con y sin el margen de incertidumbre de los parámetros. Con 24 años de anticipación, el pronóstico central junto con las 5.000 trayectorias del modelo Lee-Carter permite solo un error de pronóstico en el proceso aleatorio con deriva e ignorando el error de ajuste del modelo se puede obtener con el código:

```
> LCsimPU_ESP <- simulate(LCboot_ESP, h = 24)
> LCfor_ESP <- forecast(LCfit_ESP, h = 24)
> LCsim_ESP <- simulate(LCfit_ESP, nsim = 5000, h = 24)
```

La **figura 2.22** muestra los intervalos de predicción del 95 % para las tasas de mortalidad a los 40, 60 y 80 años, con y sin margen para la incertidumbre de los parámetros.

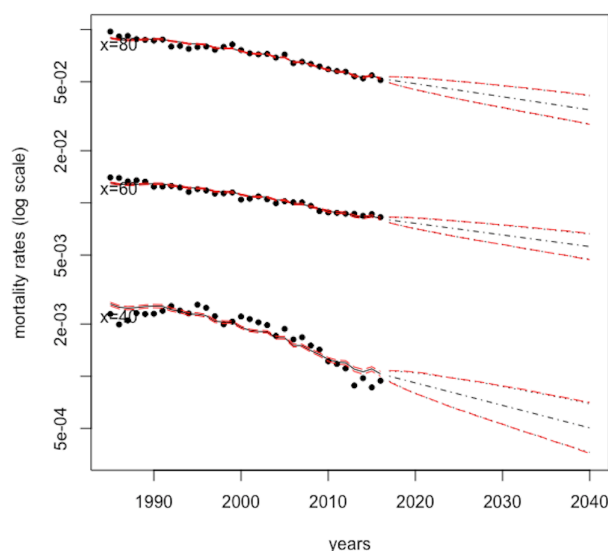


FIGURA 2.22: Intervalos de predicción al 95 % para tasas de mortalidad  $q_{xt}$  para las edades  $x = 40$  (líneas inferiores),  $x = 60$  (líneas del medio) y  $x = 80$  (líneas superiores) para el modelo Poisson Lee-Carter, ajustado al total de la población española para el intervalo de edad 0-90 y el periodo correspondiente 1985-2014. La línea de puntos muestran las tasas históricas de mortalidad entre 1985 y 2014 y las líneas sólidas negras muestran las correspondientes tasas ajustadas. Las líneas discontinuas representan el pronóstico central, las líneas punteadas en negro representan los intervalos de predicción al 95 % excluyendo el parámetro incertidumbre y las líneas discontinuas punteadas en rojo representan los intervalos de confianza y predicción al 95 % incluyendo el parámetro incertidumbre.

Se puede ver claramente que la incertidumbre de los parámetros tiene un impacto importante en los intervalos de predicción. Esto es particularmente notable a la edad de 40 años, donde en el año 2030, por ejemplo, el ancho del intervalo de predicción con la incertidumbre del parámetro es aproximadamente 3 veces mayor que el de la incertidumbre del parámetro.

## 2.4. Conclusiones del capítulo

Las predicciones sobre los fenómenos demográficos han ido ganando importancia en las últimas décadas a medida que la esperanza de vida ha ido aumentando con rapidez. A lo largo de todos estos años se han propuesto una gran cantidad de enfoques diferentes para modelar estos fenómenos que van desde los más simples (el programa modelo de la ONU) hasta los más complicados (el modelo Coale-Trussell, por ejemplo). Aquí hemos hecho una revisión de la literatura que ha tratado de recoger aquellos que, de alguna forma u otra, han contribuido al avance de esta materia y hemos comprobado el funcionamiento de algunos de ellos ajustándolos y adaptándolos a nuestras necesidades y datos de la población española, con resultados en la línea de lo revisado

en la teoría.

Es importante destacar que la precisión de los modelos de predicción de los fenómenos demográficos son indicadores importantes al juzgar la calidad de los pronósticos de la población. Otros aspectos, como el contenido de la información, por ejemplo, ¿el pronóstico predice solo la población total, o también los grupos de edad?, y la utilidad para fines de política, por ejemplo, ¿la tendencia prevista implica medidas políticas inmediatas?, son relevantes también. Sin embargo, el grado en que el pronóstico refleja las tendencias reales es un factor clave para evaluar su calidad, en particular cuando el pronóstico se utiliza para fines de planificación. Por ejemplo, imaginemos un pronóstico, para el cual las probabilidades son una contra dos que cubrirán las tendencias reales. Este pronóstico debe manejarse mucho más cautelosamente que uno que puede esperarse que sea erróneo solo una de cada cinco veces.

Los estudios han demostrado que un modelo de tres parámetros puede capturar la mayor parte de la variación en los esquemas de fertilidad y mortalidad observados. Los modelos con más parámetros, para la mayoría de los propósitos, no son necesarios, y pueden experimentarse dificultades para adaptar dichos modelos a un pequeño número de datos, como hemos visto en la parte de la revisión de la literatura, donde hacíamos referencia al trabajo de Wang y otros (2018) [86].

Los modelos que hemos utilizado, adaptado a la población española y usado para simular proyecciones a decenas de años vista son una herramienta muy útil para medir y manejar el riesgo de longevidad. Este es un problema importante para aquellos que desean cubrir el riesgo de longevidad utilizando índices de mortalidad publicados, ya sean gobiernos, planes de pensiones, aseguradoras o bancos. Además, el riesgo basado en la longevidad, a la vez que un desafío no solo para demógrafos, estadísticos, actuarios, sino también para organismos oficiales, también puede presentar un problema más amplio para las compañías de seguros que utilizan, en sus modelos de reserva, datos externos, como datos de población, en lugar de sus propios datos de política interna. La necesidad de cuantificar y reservar para cualquier riesgo de base potencial está recibiendo un enfoque cada vez mayor, particularmente bajo Solvencia II, por lo tanto y en vista de los continuos aumentos en la esperanza de vida, el uso de mejores métodos disponibles es ahora obligatorio, en particular por parte de los actuarios que practican en la industria de seguros y riesgos financieros, donde las ramificaciones de los pronósticos inexactos son agudas y aunque las magnitudes del envejecimiento son inciertas, y los errores de pronóstico probablemente son grandes, las políticas de envejecimiento pueden anticiparse a esto, la incertidumbre no debe implicar inacción y los pronósticos contienen información que se pueden usar en el diseño de políticas sociales que tendrán un impacto tanto en la población presente como, sobre todo, en la futura.



## Referencias bibliográficas

- [1] Siegel, J. S. y Swanson, D. A. (Editores): **“The Methods and Materials of Demography”**, Elsevier Academic Press, (2004).
- [2] Sevcíková, H., Alkema, L. y Raftery, A. E.: **“bayesTFR: An R Package for Probabilistic Projections of the Total Fertility Rate”**, *Journal of Statistical Software*, vol. 43, (1), (julio, 2011).
- [3] Lee, R. D. y Carter, L. R.: **“Modeling and Forecasting U. S. Mortality”**, *Journal of the American Statistical Association*, nº 87 (419), págs. 659-671, (1992).
- [4] Cairns, A. J. G., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, G.D., Epstein, D., y Khalaf-Allah, M.: **“Mortality Density Forecasts: An Analysis of Six Stochastic Mortality Models”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, nº48 (3), págs.: 355–367, (2011).
- [5] Villegas, A. M., Millossovich, P. y Kaishev, V.: **“StMoMo: An R Package for Stochastic Mortality Modelling”**, R package version 0.4.0, URL: <http://CRAN.R-project.org/package=StMoMo>, (2017).
- [6] Hyndman, R.J., Booth, H., Tickle, L. y Maindonald, J.: **“Demography: Forecasting Mortality, Fertility, Migration and Population Data”**. R package version 1.18, URL: <http://CRAN.R-project.org/package=demography>, (2014).
- [7] Vinuesa, E. y otros: **“Demografía: Análisis y Proyecciones”**, Ed. Síntesis, (1997).
- [8] Hoem, J. M., Madsen, D., Nielsen, J. L., Ohlsen, E., Hansen, H. O. y Rennermalm, B.: **“Experiments in Modelling Recent Danish Fertility Curves”**, *Demography*, 18: 231-244, (1981).
- [9] Davis, K. y Blake, J.: **“Social Structure and Fertility: An Analytic Framework”**, *Economic Development and Cultural Change* 4 (3), págs.: 211–235, (1956).
- [10] Bongaarts, J. y Potter, R.: **“Fertility, Biology, and Behavior: An Analysis of the Proximate Determinants”** New York: Academic Press, (1983).
- [11] Aguinaga Roustan, J.: **“Bongaarts: Un Modelo de Fecundidad y su Aplicación en España”** *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XIII, 3, págs.: 79-94, (1995).
- [12] Del Pino Artacho, J. A.: **“Integración de Modelos en la Explicación de la Fecundidad”**, *Cuadernos Geográficos*, 36, págs.: 105-124, (2005).
- [13] Peristera, P. y Kostaki, A.: **“Modeling Fertility in Modern Populations”**, *Demographic Research*, Vol. 16, art. 6, págs.: 141-194, (2007).
- [14] Coleman, D. A.: **“New Patterns and Trends in European Fertility: International and Subnational Comparisons”**, en D. A. Coleman (Ed.), *Europe’s Population in the 1990s*, Oxford University Press, págs.: 1-61, (1996).
- [15] Sigle-Rushton, W.: **“England and Wales: Stable Fertility and Pronounced Social Status Differences”**, *Demographic Research*, vol. 19, págs.: 455-502, (julio, 2008).
- [16] Bray, H.: **“2006-Based National Population Projections For The UK and Constituent Countries”**, *Population Trends*, nº100, págs.: 32-39, (2008).



- [17] Chandola. T., Coleman, D. A. y Horns, R. W.: **“Recent European Fertility Patterns: Fitting Curves to ‘distorted’ distributions**, *Population Studies*, 53, 3: 317-329, (1999).
- [18] Hadwiger, H.: **“Una Función de Reproducción Analítica para Entidades Biológicas”**, *Skandinavisk Ak-tuareitidskrift*, vol. 23, págs.: 101-113, (1940).
- [19] Coale, A.J. y Trussell, T. J.: **“Model Fertility Schedules: Variations in the Age Structure of Childbea-ring in Human Populations”**, *Population Index*, 40, 2, págs.:185-258, (1974).
- [20] Coale, A.J. y Trussell, T. J.: **“Technical Note: Finding the Two Parameters that Specify a Model Sche-dule of Marital Fertility”**, *Population Index*, 44, 2, págs.: 203-214, (1978).
- [21] Xie, Y.: **“What is Natural Fertility? The Remodelling of a Concept”**, *Population Index*, 56, págs.: 656-663, (1990).
- [22] Xie, Y. y Pimentel, Ellen E.: **“Age Patterns of Marital Fertility: Revising the Coale-Trussell Method”**, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 87, No. 420, págs.: 997-984, (Diciembre, 1992).
- [23] Hoem, J. M. y Rennermalm, B.: **“On the Statistical Theory of Graduation by Splines”**, *University of Copenhagen*, Laboratory of Actuarial Mathematics. Working Paper No. 14, (1978).
- [24] Gilks, W. R.: **“The Relationship Between Birth History and Current Fertility in Developing Coun-tries”**, *Population Studies*, 40, (1986).
- [25] Mitra, S.: **“The Pattern of Age-Specific Fertility Rates”**, *Demography*, 4, págs.: 894-906, (1967).
- [26] Nurul Islam, M. y Mallick, S.A.: **“On The Use of a Truncated Pearsonian Type III Curve in Fertility Estimation”**, *Dhaka University Studies Part B Science* 35 (1): págs.: 23-32, (1987).
- [27] Romaniuk, A.: **“A Three Parameter Model for Birth Projections”**, *Population Studies*, 27, 3, págs.: 467-478, (1973).
- [28] Brass, W.: **“The Graduation of Fertility Distributions by Polynomial Functions”**, *Population Studies*, 14: págs.: 148-162, (1960).
- [29] Brass, W.: **“Perspectives in Population Prediction: Illustrated by the Statistics of England and Wales (with discussion)”**, *Journal of the Royal Statistical Society A*, 137: págs.: 532-583, (1974).
- [30] Brass, W.: **“Population Projections for Planning and Policy”**. *Papers of the East- West Population Insti-tute*, No 55. Honolulu, Hawaii, (1978).
- [31] Billari, F. C. y Kohler, H-P. : **“Patterns of Lowest-Low Fertility in Europe”**. *Population Studies*, 58: 161-176, (2002).
- [32] DellaPergola, S.: **“Population Trends and Scenarios in Israel and Palestine”**, Editores: Kacowicz y Lu-tomski, en *Population Resettlement in International Conflicts: A Comparative Study*, New York, Rowman and Littlefield, págs.: 183-207, (2007).
- [33] Cai, Y.: **“Assessing Fertility Levels in China Using Variable-r Method”**, *Demography*, 45:371-381, (2008).

- [34] Hyndman, R. y Booth, H.: **“Stochastic Population Forecasting Using Functional Data Models for Mortality, Fertility and Migration”**, *International Journal of Forecasting*, 24, págs: 323-342, (2008).
- [35] Booth, H., Pennec, S. y Hyndman, R.: **“Stochastic Population Forecasting Using Functional Data Methods: The Case of France”**, *Presented at the Annual Meeting of the International Union for the Scientific Study of Population, Marrakech; Morocco*, (Sep. 2009).
- [36] Caltabiano, M., Castiglioni, M., Rossina, A.: **“Lowest-low Fertility: Signs of a Recovery in Italy?”**, *Demographic Research*, 21:681-679, (2009).
- [37] De Iaco, S. y Maggio, S.: **“A Dynamic Model for Age-specific Fertility Rates in Italy”**, *Spatial Statistics*, (2015).
- [38] Vähi, M.: **“Fertility Modelling”**. *Papers on Anthropology*, XXVI/1, págs.: 107-114, (2017).
- [39] Adsera, A.: **“Marital Fertility and Religion: Recent Changes in Spain”**, *IZA Discussion Papers*, n° 1399, (2004).
- [40] Bermúdez, S., Blanquero, R., Hernández, J. A. y Planelles, J.: **“A New Parametric Model for Fitting Fertility Curves”**, *Population Studies*, vol. 66, n° 3, págs.:297-310, (november, 2018).
- [41] Osés-Arranz, A. y Quilis, E. M.: **“Introducing Uncertainty on Fertility and Survival in the Spanish Population Projections: A Monte Carlo Approach”**, *AIReF Working Paper DT/2018/5*, (2018).
- [42] Alkema, L., Raftery, A. y otros: **“Probabilistic Projections of the Total Fertility Rate for All Countries”**, *Demography*, 48 (3), págs.: 815-839, (agosto, 2011).
- [43] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: **“World Population Prospects. The 2017 Revision”**, (2017). Disponible en [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017\\_keyfindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf)
- [44] Lindley, D.V. y Smith, A.F.M.: **“Bayes Estimates for the Linear Model”**, *Journal of the Royal Statistical Society B*, 34, págs.: 1-41, (1972).
- [45] Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S. y Rubin, D.B.: **“Bayesian Data Analysis”**, 2ª edición. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, Florida (2004).
- [46] South, A.: **“rworldmap: For Mapping Global Data”**. R package version 0.1211. Disponible en: <http://CRAN.R-project.org/package=rworldmap>.
- [47] Furrer, R., Nychka, D. y Sain, S.: **“fields: Tools for Spatial Data”**. R package version 6.5.2. Disponible en: <http://CRAN.R-project.org/package=fields>.
- [48] Gompertz, B.: **“On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies”**, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. 115, págs.: 513-583, (1825).
- [49] World Bank: **“Averting the Old Age Crisis: Policies to Protect the Old and Promote the Growth”**, *World Bank Policy Research Report*, Oxford University Press, (1994).
- [50] Alho, J. M.: **“Stochastic Methods in Population Forecasting”**, *International Journal of Forecasting*, 6, págs. 521-530, (1990).

- [51] Alho, J. M. y Spencer, B. D.: **“Statistical Demography and Forecasting”**, Ed. Springer, Nueva York, (2005).
- [52] Tabeau, E.: **“A Review Of Demographic Forecasting Models For Mortality”**. En: E. Tabeau, A. Van Den Berg Jeths y C. Heathcote, editores: *Forecasting Mortality in Developed Countries: Insights from a Statistical, Demographic and Epidemiological Perspective*, (1-32), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, (2001).
- [53] Lee, R. D. y Carter, L. R.: **“Modeling and Forecasting U.S. Mortality”**, *Journal of American Statistical Association*, vol. 87, nº 419, págs. 659-671, (1992).
- [54] Wilmoth, J. R.: **“Computational Methods for Fitting and Extrapolating the Lee-Carter Model for Mortality Change”**, (Technical Report). Department of Demography, University of California, Berkeley, (1993).
- [55] Lee, R. D.: **“The Lee-Carter Method for Forecasting Mortality with Various Extensions and Applications”**, *North American Actuarial Journal*, 4 (1), págs. 80-93, (2000).
- [56] Booth, H., Maindonald, J. y Smith, L.: **“Applying Lee-Carter Under Conditions of Variable Mortality Decline”**, *Population Studies*, 56 (3), págs.: 325–36, (2002).
- [57] Renshaw, A. y Haberman, S.: **“Lee-Carter Mortality Forecasting With Age-Specific Enhancement”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 33 (2), págs.: 255–272, (2003).
- [58] Hyndman, R. y Ullah, M.: **“Robust Forecasting of Mortality and Fertility Rates: A Functional Data Approach”**, *Computational Statistics & Data Analysis*, 51 (10), págs.: 4942–4956, (2007).
- [59] Hatzopoulos, P. y Haberman, S.: **“A Parameterized Approach to Modeling and Forecasting Mortality”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 44 (1), págs.: 103–123, (2009).
- [60] Wang, J. L., Huang, H., Yang, S. S. y Tsai, J. T.: **“An Optimal Product Mix for Hedging Longevity Risk in Life Insurance Companies: The Immunization Theory Approach”**, *Journal of Risk and Insurance*, 77 (2), 473–497.
- [61] Cairns, A. J. G., Blake, D. y Dowd, K.: **“A Two-Factor Model For Stochastic Mortality with Parameter Uncertainty: Theory and Calibration”**, *Journal of Risk and Insurance*, 73 (4), 687–718, (2006).
- [62] Cairns, A. J. G., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, G. D., Epstein, D., Ong, A. y Balevich, I.: **“A Quantitative Comparison of Stochastic Mortality Models Using Data from England and Wales and the United States”**, *North American Actuarial Journal*, 13 (1), 1–35, (2009).
- [63] Glenn, N.: **“Cohort Analysts’ Futile Quest: Statistical Attempts to Separate Age, Period and Cohort Effects”**, *American Sociological Review*, 41 (5), págs.: 900–904, (1976).
- [64] Fienberg, S. E. y Mason, W. M.: **“Identification and Estimation of Age Period-Cohort Models in the Analysis of Discrete Archival Data”**, *Sociological Methodology*, 10, 1–67, (1979).
- [65] Rodgers, W.: **“Estimable Functions of Age, Period and Cohort Effects”**, *American Sociological Review*, 47 (6), págs.: 774–787, (1982).
- [66] Holford, T. R.: **“The Estimation of Age, Period and Cohort Effects for Vital Rates”**, *Biometrics*, 39 (2), págs.: 311–324, (1983).

- [67] Wilmoth, J. R.: **“Variation in Vital Rates by Age, Period and Cohort**. *Sociological Methodology*, 20, págs.: 295–335, (1990).
- [68] Kuang, D., Nielsen, B. y Nielsen, J. P.: **“Forecasting with the Age-Period-Cohort Model and the Extended Chain-Ladder Model”**, *Biometrika* 95 (4), págs.: 987–991, (2008).
- [69] O’Brien, R. M.: **Constrained Estimators and Age-Period-Cohort models**. *Sociological Methods & Research*, 40 (3), págs.: 419–452, (2011).
- [70] Currie, I. D.: **“On Fitting Generalized Linear and Non-Linear Models of Mortality”**, *Scandinavian Actuarial Journal*, 4, 356–383, (2016).
- [71] Hunt, A. y Blake, D.: **“On the Structure and Classification of Mortality Models”**, *Pension Institute*, Discussion Paper PI-1506, (August, 2015), <http://www.pensions-institute.org>.
- [72] Lee, R. D. y Tuljapurkar, S.: **“Stochastic Population Forecasts for the United States: Beyond High, Medium, and Low”**, *Journal of the American Statistical Association*, 89 (428), 1175–1189, (1994).
- [73] Giacometti, R., Bertocchi, M., Rachev, T. S., y Fabozzi, F.: **“A Comparison of the Lee-Carter Model and AR-ARCH Model for Forecasting Mortality Rates”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 50, págs.: 85–93, (2012).
- [74] Hyndman, R. J., Ahmed, R. A., Athanasopoulos, G. y Shang, H. L.: **“Optimal Combination Forecasts for Hierarchical Time Series**, *Computational Statistics and Data Analysis*, 55 (9), 2579–2589, (2011).
- [75] Hyndman, R. J. y Shang, H. L.: **“Grouped Functional Time Series Forecasting: An Application to Age-Specific Mortality Rates”**, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 26 (2), (2016).
- [76] Hunsinger, E.: **“An Expert-Based Stochastic Population Forecast for Alaska, Using Autorregressive Models with Random Coefficients”**, Alaska Department of Labor and Workforce Development (Working Paper), (2014).
- [77] Eksheden, H. y Hössjer, O.: **“Multivariate Time Series Modeling, Estimation and Prediction of Mortalities”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 65, 156–171, (2015).
- [78] Kleinow, T. y Richards, S. J.: **“Parameter Risk in Time-Series Mortality Forecasts”**, *Scandinavian Actuarial Journal*, 9, 804–828, (2017).
- [79] Keilman, N., Pham, D. Q. y Hetland, A.: **“Why Population Forecasts Should Be Probabilistic – Illustrated by the Case of Norway”**, *Demographic Research*, nº 6 (15), págs.: 409–453, (2002).
- [80] Neves, C., Fernandes, C. y Hoeltgebaum, H.: **“Five Different Distributions for the Lee-Carter Model of Mortality Forecasting: A Comparison Using GAS Models”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 75, págs.: 48–57, (2017).
- [81] Calian, V. y Harðson, Ó.: **“Methodology for Population Projections”**, *Working Paper: Hagtíðindi Statistical Series*, vol. 100 (43), (2015).
- [82] Booth, H. y Tickle, L.: **“Mortality Modelling and Forecasting: A Review of Methods”**, *Annals of Actuarial Science*, vol. 3, nº 1/2, págs: 3–43, (2008).

- [83] Booth, H.: **“Demographic Forecasting: 1980 to 2005 in Review”**, *International Journal of Forecasting*, n° 22, págs.: 547-581, (2006).
- [84] Leng, X. y Peng, L.: **“Inference Pitfalls in Lee–Carter Model for Forecasting Mortality”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 70, págs.: 58-65, (2016).
- [85] Mitchell D., Brockett P., Mendoza-Arriaga, R. y Muthuraman, K.: **“Modeling and Forecasting Mortality Rates”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 52, págs.: 275-285, (2013).
- [86] Wang, H-C, Jack Yue, C-S y Chong, C-T.: **“Mortality Models and Longevity Risk for Small Populations”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 78, págs.: 351-359, (2018).
- [87] Wiśniowski, A., Smith, P. W. F., Bijak, J., Raymer, J. y Forster, J.: **“Bayesian Population Forecasting: Extending the Lee-Carter Model”**, *Demography*, 52:1035–1059, (2015), DOI 10.1007/s13524-015-0389-y.
- [88] Wong, J. S. T., Forster, J. y Smith, P. W. F.: **“Bayesian Mortality Forecasting with Overdispersion”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 83, págs.: 206-221, (2018).
- [89] Alexander, M., Zagheni, E. y Barbieri, M.: **“A Flexible Bayesian Model for Estimating Subnational Mortality”**, *Demography*, Dec; 54 (6): 2025-2041, (2017), doi: 10.1007/s13524-017-0618-7.
- [90] Li, H. y O’Hare, C.: **“Semi-Parametric Extensions of the Cairns-Blake-Dowd Model: A One-Dimensional Kernel Smoothing Approach”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, vol. 77, págs.: 166-176, (noviembre, 2017).
- [91] Hilton, J., Dodd, E., Forster, J. J., y Smith, P. W. F.: **“Projecting UK Mortality by Using Bayesian Generalized Additive Models”**, *Journal of the Royal Statistical Society, Series C: Applied Statistics*, (2018), <https://doi.org/10.1111/rssc.12299>.
- [92] Fung, M. C., Peters, G. W. y Shevchenko, P. V.: **“Cohort Effects in Mortality Modelling: a Bayesian State-Space Approach”**, *Macquarie University Faculty of Business & Economics Research Paper*, (2018), disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3163226> o <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3163226>.
- [93] Rabbi, A. M. F. y Mazzucco, S.: **“Mortality and Life Expectancy Forecast for (Comparatively) High Mortality Countries”**, *Journal of Population Sciences*, 74:18, (2018), <https://doi.org/10.1186/s41118-018-0042-x>.
- [94] Lassila, J., Valkonen, T. y Alho, J. M.: **“Demographic Forecasts and Fiscal Policy Rules”**, *International Journal of Forecasting*, 30, 1098-1109, (2014).
- [95] Wills, S. y Sherris, M.: **“Integrating Financial and Demographic Longevity Risk Models: An Australian Model for Financial Applications”**, *UNSW Australian School of Business Research Paper No. 2008 ACTL05*, (abril, 2011), disponible en: <https://ssrn.com/abstract=1139724> o <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1139724>.
- [96] Määttänen, N y Alho, J.: **“Response to Updated Mortality Forecasts in Life Cycling Saving and Labor Supply”**, *International Journal of Forecasting*, 30, 1120-1127, (2014).
- [97] Holzmann, R., Labit-Hardy, H., Alonso-García, J. y Villegas, A. M.: **“NDC Schemes and Heterogeneity in Longevity: Proposals for Redesign”**, *IZA Institute of Labor Economics - Discussion Paper Series IZA DP No 11193*, (Diciembre, 2017).

- [98] Beztuen, A.: **“Un Análisis Sobre las Posibilidades de Predicción de la Mortalidad Futura Aplicando el Modelo de Lee-Carter”**, *Instituto de Actuarios Españoles*, (diciembre, 2010), disponible en: <https://www.actuarios.org/un-analisis-sobre-las-posibilidades-de-prediccion-de-la-mortalidad-futura-aplicando-el-modelo-lee-carter/>
- [99] Benchimol, A.: **“Proyección de Mortalidad en España Mediante Mixturas de Modelos y Análisis del Impacto Económico del Riesgo de Longevidad”**, *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 35-2, págs.: 341-366 (2017).
- [100] Girosi, F. y King, G.: **“Understanding the Lee-Carter Mortality Forecasting Method”**, disponible en: <http://gking.harvard.edu/files/abs/lc-abs.shtml>, (2007).
- [101] Pascariu, M.: **“MortalityLaws: Parametric Mortality Models, Life Tables and HMD”**, R package version 1.7.0, URL: <https://github.com/mpascariu/MortalityLaws>, (2018).
- [102] Thiele, T.N.: **“On A Mathematical Formula to Express the Rate of Mortality Throughout the Whole of Life”**, *Journal of Institute of Actuaries* 16, págs.: 313-329, (1871).
- [103] Makeham W.M.: **“On the Law of Mortality and the Construction of Annuity Tables”**, *Journal of the Institute of Actuaries* 1860 (6), págs.: 301–310, (1860).
- [104] Siler, W.: **“A Competing-Risk Model for Animal Mortality”**, *Ecology* 60 (4), págs.: 750-757, (1979).
- [105] Heligman, L. y Pollard, J. H.: **“The Age Pattern of Mortality”**, *Journal of the Institute of Actuaries*, 107 (01), págs.: 49-80, (1980).
- [106] Pascariu, M., Canudas-Romo, V. y Vaupel, J. W.: **“The Double-Gap Life Expectancy Forecasting Model”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 78, 339-350, (2018).





## Capítulo 3

# Los Sistemas de Pensiones: Un Recorrido Mundial

*“Te aconsejo que sigas viviendo solo para enfurecer a aquellos que pagan tus rentas vitalicias. Es el único placer que me queda” – Voltaire*

### 3.1. ¿Qué es un sistema de pensiones?

La creación en Prusia de un programa de seguro social en el que el gobierno nacional contribuiría a las pensiones de los alemanes mayores, promovido por Otto von Bismarck (junto con el emperador Guillermo I de Alemania) en 1881, como respuesta a las demandas de reformas de corte socialista, fue el comienzo de la implantación, a mayor o menor escala (según sea el país), de este tipo de “programas públicos de transferencias que proporcionan rentas periódicas y vitalicias a los individuos durante su vejez.” (Jimeno, 2000 [1])

A principios del siglo XX y como instrumento de lucha contra la pobreza, especialmente grave durante la vejez y entre los incapacitados para la actividad laboral, los sistemas de pensiones se desarrollaron en la mayoría de los **países anglosajones**<sup>1</sup>, donde el objetivo era la “cobertura total de personas y necesidades, adecuando la prestación de forma que sirva para proporcionar un nivel de renta mínimo necesario para la subsistencia de los necesitados” (Pérez Forniés, 1997 [2]). De este modo, las pensiones constituyen un **instrumento de asistencia social y su financiación recae sobre los impuestos generales**.

Esto contrasta con la concepción del sistema de pensiones en los **países de Europa Continental**, donde basándose en las *ideas Bismarckianas sobre Seguridad Social*, dicho sistema se entiende como un sistema de seguridad social cuyo objetivo consiste en proporcionar rentas en caso de determinadas contingencias basadas principalmente en asegurar la supervivencia; por contingencias, nos referimos a vejez, viudedad, incapacidad para ejercer la actividad laboral, etc...

Las características de estos sistemas de pensiones basados en el *modelo bismarkiano* se pueden resumir básicamente en las siguientes (Jimeno, 2000 [1]):

1. Están **financiadas con las cotizaciones sociales de empresarios y trabajadores** y el sistema se estructura alrededor de un conjunto de riesgos propios de los trabajadores.
2. Se pueden organizar bajo dos principios: a) **de reparto**, donde cada generación financia las pensiones de la generación anterior o b) **de capitalización**, en el cual, las cotizaciones de cada generación se invierten para el pago futuro de las propias pensiones.
3. Habría que distinguir entre: un **sistema de pensiones contributivas de prestaciones definidas**, en el cual los beneficios se determinan en función de las cotizaciones durante la vida laboral<sup>2</sup> y un **sistema de pensiones contributivas de contribuciones definidas**, donde las cotizaciones se acumulan en cuentas individuales y los beneficios se calculan anualizando el capital acumulado en función de la esperanza de vida de los individuos.

<sup>1</sup> Los principios de estos sistemas se identifican con las ideas de Beveridge (1994) sobre el estado de Bienestar.

<sup>2</sup> Así sucede en el caso español.



En cualquier caso, la situación económica y social actual dista mucho de aquel escenario de comienzos del siglo XX cuando se crearon los sistemas de pensiones. En dichos comienzos, la pobreza poblacional era generalizada, de poca longevidad y las familias se caracterizaban por una estructura clásica donde solo el “cabeza de familia” trabajaba.

Hoy día, en una sociedad en la que desde el punto de vista demográfico se están reduciendo las tasas de nacimiento y la esperanza de vida es cada más amplia y desde el punto de vista socioeconómico se vienen dando cambios en la formación de las familias así como en las condiciones de la actividad laboral, **se cuestiona la viabilidad de los sistemas de pensiones.**

### ¿Qué es un sistema “público” de pensiones?

En este punto y antes de seguir avanzando para centrarnos en el caso español, habría que hacer una matización al título de este epígrafe y definir en qué consiste un sistema público de pensiones en la actualidad ya que, aunque la filosofía e idea subyacente son las mismas que en el momento de su creación, allá a comienzos del siglo XX, la composición y funcionamiento difiere un poco de aquéllos.

Tal y como se ha titulado el epígrafe se ha entrecomillado la palabra “público”. De hecho, en realidad, se debería hablar de un **sistema “público” de pensiones**<sup>3</sup>, de modo que según el **informe Beveridge** antes citado, se define la Seguridad Social como *“el conjunto de medidas adoptadas por el Estado para proteger a los ciudadanos contra los riesgos de concreción individual que jamás dejan de presentarse por óptima que sea la situación de la sociedad en que vivan”*.

Es importante pues entender que el Estado juega un papel relevante como garante del bienestar de la sociedad, ya que el principal objetivo de la Seguridad Social de ofrecer una protección contra la pérdida de renta laboral ocasionada por diferentes contingencias es un pilar básico del Estado de Bienestar, estando pues justificada la intervención estatal a la hora de contribuir al sistema de pensiones, básicamente por dos razones: la **primera** es por el riesgo moral<sup>4</sup> que puede dar lugar a que un sistema privado no cubra determinados riesgos y la **segunda** es porque “puede aumentar la eficiencia económica” (Jimeno, 2000 [1]), ya que estos programas contribuyen a que los trabajadores acepten la reasignación del trabajo que se requiere como consecuencia de cambios estructurales, aumentando así dicha eficiencia.

Sin embargo, también es cierto que algunos sistema de pensiones contributivas actualmente en vigor han producido efectos negativos sobre la oferta de trabajo, existiendo evidencias sobre los determinantes de la tasa de empleo de las personas de edades próximas a la edad legal (Gruber y Wise 1998 [3]), ya que en estos casos estos individuos seleccionan una “trayectoria laboral” diferente en función de lo que pueden obtener como beneficios.

Por otro lado, bajo un sistema de capitalización donde hubiera una relación más directa entre lo cotizado por cada individuo y los beneficios a recibir y no se permitiera seguir acumulando derechos hasta el momento efectivo de la jubilación además de no introducir límites estrictos a la edad de la misma, probablemente estos efectos negativos anteriormente mencionados desaparecerían; pero igualmente desaparecerían en un sistema de reparto en el que la relación entre las cotizaciones y los beneficios fuera más transparente y directa que bajo el sistema actual. Así pues, no hay nada intrínseco en el sistema de reparto que lo haga inferior al sistema de capitalización a este respecto, sino que las deficiencias del sistema actual hay que achacárselas al uso político que se ha hecho del sistema y, sobre todo, a la utilización de dicho sistema como un mecanismo de ajuste ante las perturbaciones recibidas por el mercado de trabajo, en lugar de recurrir a reformas de dicho mercado que

<sup>3</sup>Al menos en España.

<sup>4</sup>El término “riesgo moral” fue introducido por **Adam Smith** en primera instancia, sin embargo fue **Kenneth Arrow** quien lo retomó, modificó e introdujo en el vocabulario económico moderno, definiendo el concepto económico que describe aquellas situaciones en las que un individuo tiene información privada acerca de las consecuencias de sus propias acciones y sin embargo son otras personas las que soportan las consecuencias de los riesgos asumidos. El riesgo moral nos informa de cómo los individuos asumen en sus decisiones mayores riesgos cuando las posibles consecuencias negativas de sus actos no son asumidas por ellos, sino por un tercero.

permitan acomodar dichas perturbaciones de otra forma que no sea la disminución de las tasas de empleo (Jimeno, 2000 [1]).

En este sentido y aunque luego se profundizará más en la cuestión, multitud de estudios, informes y debates cuyos orígenes surgen a raíz de un informe elaborado por el Banco Mundial en 1994<sup>5</sup>, se inicia una crítica contra los sistemas públicos de pensiones que se extiende hasta la actualidad (no se prevé que termine) y cuyo argumento se basa en la “**insostenibilidad financiera del sistema contributivo**”, apoyando, además, su capitalización.

### 3.2. Modelos de pensiones: Los sistemas de pensiones de algunos países desarrollados

El esquema básico de pensiones está basado en la teoría de los tres pilares del Código de Lovaina<sup>6</sup> (Varios, 1978, [4]):

SISTEMA DE PRESTACIONES SOCIALES				
Niveles	Colectivo cubierto	Financiación	Prestaciones	Gestión
<b>Básico</b>	- Universal	- Presupuestos del Estado	- Asistencia sanitaria - Ayuda familiar - Invalidez - Jubilación (prestaciones básicas) - Desempleo - Orfandad y viudedad	- Pública
<b>Profesional</b>	- Funcionarios y trabajadores	- Cotizaciones profesionales y aportaciones voluntarias con bonificaciones fiscales		- Pública o privada con supervisión pública
<b>Libre</b>	- Profesiones libres - Autónomos - Pequeños industriales, agricultores y comerciantes - Funcionarios y trabajadores (prestación voluntaria)	- Aportaciones voluntaria, con bonificaciones fiscales		- Privada (libre gestión)

CUADRO 3.1: Sistemas de prestaciones sociales

- Un primer nivel básico, que es universal y cubre a toda la población, haya o no aportado cotizaciones a una cobertura de prestaciones. Este principio de solidaridad social implica la necesidad de cubrir a toda la población con respecto a unas necesidades o atenciones indispensables, con cargo a impuestos generales.

<sup>5</sup> “Adverting the Old Age Crisis”: [http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/1994/09/01/000009265\\_3970311123336/Rendered/PDF/multi\\_page.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer?WDSP/IB/1994/09/01/000009265_3970311123336/Rendered/PDF/multi_page.pdf)

<sup>6</sup> La Escuela de Lovaina nace a finales del siglo XIX y tuvo como primer logro, el impulsar las asignaciones familiares, posteriormente, el Instituto de Seguridad Social de la Universidad Católica de Lovaina emprendió trabajos que culminaron en el coloquio de septiembre de 1977 y cuyo fruto fue el denominado “Código de Lovaina”, conjunto de normas relativas a la protección de la Seguridad Social y que entre otras cosas, garantiza a todo ciudadano o residente una renta mínima que le permita una existencia humana y digna.

- El segundo nivel, llamado profesional, consiste en aportaciones de empresas, trabajadores y autónomos, que deriva en unas prestaciones a las personas que han desempeñado una actividad empresarial, laboral o profesional, por lo tanto con carácter contributivo.

- Y el tercer nivel, libre, es el que cada persona, cubierta o no por el segundo nivel, puede crearse, separada e individualmente, de acuerdo con sus necesidades.

Teniendo en cuenta este esquema básico, si se echa un vistazo a los sistemas de pensiones que tienen los países más desarrollados, los mejores posicionados son los de Dinamarca, Países Bajos, Australia, Suecia y Suiza. Conociendo este dato y siguiendo a la *Asociación de Instituciones de Inversión Colectiva y Fondos de Pensiones (Inverco)*, es conveniente mencionar la organización de los sistemas de pensiones alrededor del mundo:<sup>7</sup>

- **Estados Unidos y Canadá:** En estos países, el sistema de pensiones cubre únicamente las situaciones de necesidad, como un acto de solidaridad con los ciudadanos más desfavorecidos. El resto de la pensión corresponde al propio individuo que, si lo desea, puede realizar sus propias aportaciones, o a través de las empresas, al sistema de pensión.
- **América Central y del Sur:** Desde 1981 el sistema de pensiones es privado, obligatorio y de cuentas individuales de capitalización. En ese año se rompió con las prestaciones públicas basadas en el sistema de reparto.
- **Otros países iberoamericanos:** Costa Rica, Colombia, México, Perú, República Dominicana y Uruguay siguieron este modelo con más o menos variaciones, y es el que se está implantando en el resto de toda esta área geográfica, salvo Brasil, cuyo sistema de capitalización es voluntario.
- **Norte de Europa:** en algunos países como Dinamarca, Finlandia, Gran Bretaña, Holanda, Irlanda o Suecia, el sistema busca la libre elección por parte de los ciudadanos, aunque mantiene una base solidaria. Con esta modalidad, pueden elegir lo que crean más adecuado: un sistema universal de pensiones (cubierto por el Estado) u otro sistema profesional obligatorio generalizado de gestión privada.
- **Europa del Este:** siguiendo la experiencia de América Central y del Sur, en esta zona también han optado por un sistema de capitalización, obligatorio y de gestión privada.
- **Sur de Europa:** en Grecia, Italia y Portugal todas las prestaciones dependen del sector público a través de un sistema de reparto, aunque también se pueden complementar con otros planes de pensiones privados que tienen una regulación específica.
- **Centro Europa:** se sitúa en un terreno intermedio entre el norte y el este de Europa (donde predomina la capitalización) y el sur (donde predomina el reparto). Este es el caso por ejemplo de Alemania, donde hay un fuerte desarrollo de las reservas contables de las empresas para compromisos de pensiones o Francia donde convive un sistema obligatorio público de reparto con una parte sustancial de gestión privada de esa parte pública obligatoria.

Vemos que casi en ningún país las pensiones dependen de un sistema de capitalización estricto, aunque la comparación de dichos sistemas alrededor del mundo no es sencilla, ya que cada sistema ha evolucionado según las condiciones particulares de cada país acorde a sus circunstancias económicas, sociales, culturales, políticas e históricas. Esto significa que no hay un sistema en concreto que pueda ser trasladado de un país y aplicado, sin cambio alguno, en otro.

Sin embargo, hay ciertos aspectos y características que en toda la gama de sistemas, probablemente conducirían a la mejora de beneficios fiscales para las personas de mayor edad, a una mayor probabilidad de sostenibilidad futura de los sistemas, y a un mayor nivel de confianza y credibilidad en la comunidad.

---

<sup>7</sup><https://www.jubilacionypension.com/planes-fondos/planes-pensiones/a-fondo-los-sistemas-de-pensiones-en-el-mundo/>

Sea como fuere, el mantenimiento de dichos sistemas implica tanto necesidades de financiación crecientes como la elección entre fuentes de financiación alternativas, lo cual tiene consecuencias relevantes para la eficiencia económica y la equidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, es decir, la dificultad subyacente en establecer una comparación entre los distintos sistemas de pensiones de las principales economías del mundo, el *Centro de Estudios Financieros Australiano* (Mercer, 2017 [5]) ha elaborado un índice conforme a unos parámetros (o sub-índices) -ADECUACIÓN, SOSTENIBILIDAD E INTEGRIDAD- para medir el sistema de ingresos en la jubilación de distintos países, entre más de 40 indicadores. El siguiente esquema muestra cómo está construida la clasificación, a la vez que destaca algunos de los indicadores que incluye cada sub-índice:

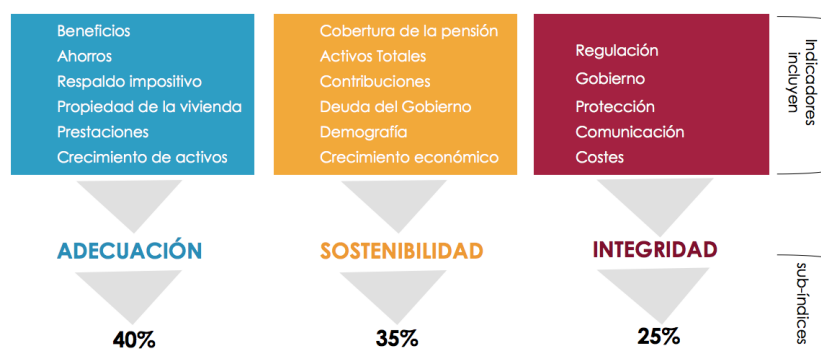


FIGURA 3.1: Cálculo del Índice Global de Pensiones Melbourne Mercer  
(Fuente: Melbourne Mercer Global Pension Index)

Como se ha mencionado anteriormente, el índice principal tiene en cuenta más de 40 indicadores, de los cuales, algunos de ellos están basados en datos difíciles de comparar entre países, por esta razón, viendo la clasificación y entre países con un índice cuya diferencia no es mayor que 2 no se puede concluir que uno sea mejor que el otro, en cambio, si la diferencia es 5 o más, sí es concluyente que el país con mayor índice posee un sistema de pensiones mejor. Sin embargo, hay algunas características comunes a todos los sistemas de pensiones que sí pueden ser comparadas para entender mejor como cada país afronta la provisión de los ingresos por jubilación.

En concreto, como se ha explicado anteriormente, el índice que venimos comentando elaborado por el *Centro de Estudios Financieros Australiano*, agrupa todas esas características “deseables” que debería tener un sistema de pensiones en **tres índices**: la **ADECUACIÓN**; quizás la forma más obvia de comparar sistemas diferentes sea a través de este objetivo, es decir, el de proveer un nivel adecuado de ingresos a la población, es por ello que este sub-índice considera, además del nivel de ingresos provisto, la tasa de sustitución<sup>8</sup> para una fuente de ingresos media. Por otro lado, los planes de pensiones privados juegan un papel muy importante en este sub-índice y su diseño debería tener ciertas características que aumentaran la probabilidad de beneficios más adecuados a la hora de la jubilación<sup>9</sup>.

El subíndice de **SOSTENIBILIDAD** considera una serie de indicadores que influyen en la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas actuales. Estos incluyen factores como la importancia económica del sistema privado de pensiones, su nivel de financiación, la duración de la jubilación esperada tanto ahora como en el futuro, la tasa de participación de la población de mayor edad en la población activa, el nivel actual de deuda pública y la tasa del crecimiento económico real. Estos indicadores a largo plazo de los sistemas de pensiones existentes es una preocupación en muchos países debido, principalmente: a la longevidad de la población, al creciente ratio de

<sup>8</sup>La **tasa de sustitución de la pensión neta**, se define como el derecho a la pensión neto individual dividido por los ingresos netos antes de la jubilación, teniendo en cuenta los impuestos sobre la renta y las cotizaciones sociales pagadas por los trabajadores y pensionistas. Mide la eficacia de un sistema de pensiones a la hora de proporcionar un ingreso de retiro para reemplazar los ingresos, la principal fuente de ingresos antes del retiro. Este indicador se mide en porcentaje de las ganancias antes de la jubilación por sexo.

<sup>9</sup>Por ejemplo, el sistema impositivo y sus incentivos aplicado por el gobierno de cada país a las contribuciones de planes privados; o si las plusvalías por inversiones de los planes de pensiones están exentas en el período pre-jubilación o post-jubilación; o si hay una edad mínima para recibir los beneficios de un plan privado o en caso de divorcio o separación de una pareja los activos acumulados de la pensión de cada uno de ellos se tendrían en cuenta.

dependencia y en otros casos, a la sustancial deuda pública de algunos países. Por lo tanto, este sub-índice recoge estas medidas que afectan a la *sostenibilidad* de dichos sistemas y aunque las características demográficas tales como el ratio de dependencia (presente y futuro), sean complicados de cambiar, otras, tales como la edad de jubilación, la oportunidad de un retiro gradual (opción de pre-jubilaciones) y la tasa de actividad entre los trabajadores de más edad, pueden ser influenciadas, directa o indirectamente, por políticas gubernamentales. Cabe destacar una característica importante de la sostenibilidad tal y como el nivel de financiación anticipada, es decir, la posibilidad de adelantar dinero para financiar beneficios futuros, lo cual es particularmente importante donde el ratio trabajadores-jubilados es decreciente. Por lo tanto, este sub-índice considera las tasas de contribución, el nivel de activos de la pensión y la cobertura del sistema de pensiones del sector privado.

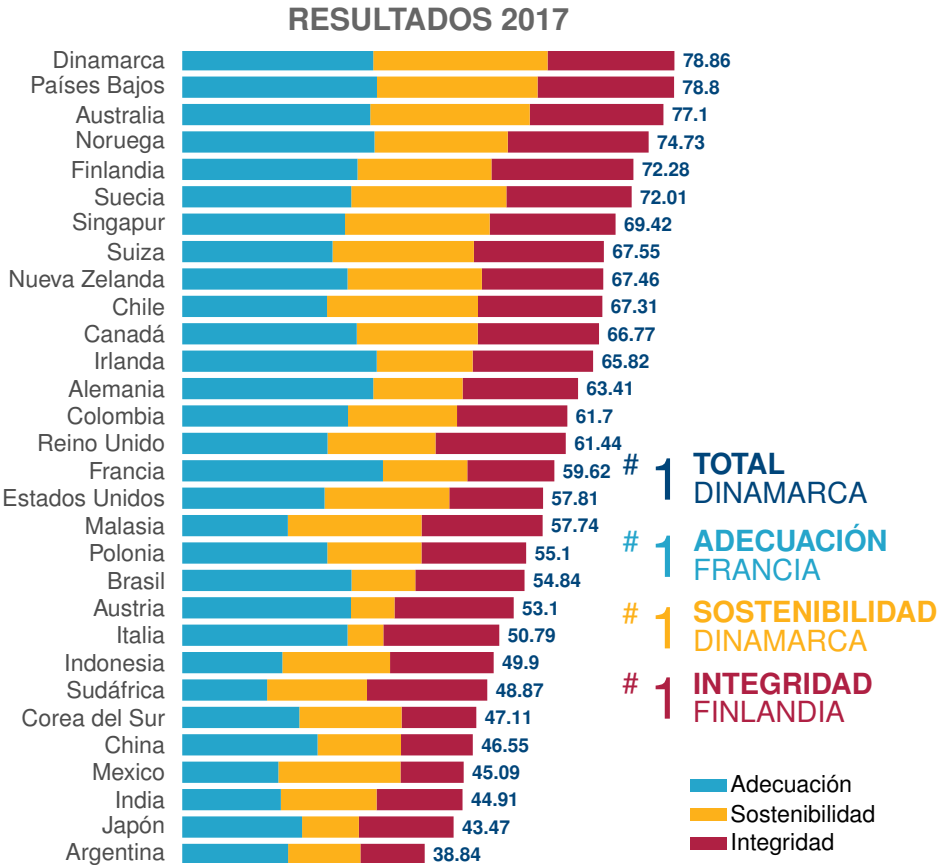
Finalmente, el tercer índice considera la **INTEGRIDAD** de todo el sistema de pensiones en general pero con atención en el sector privado. Debido a que la mayoría de los países se apoyan en un sistema privado para jugar un papel cada vez más creciente en la disposición en los ingresos por jubilación, es fundamental que la comunidad tenga confianza en la capacidad de estos proveedores de pensiones privados para ofrecer beneficios de jubilación a lo largo de los años.

Este índice, por lo tanto, considera además del papel desempeñado por las autoridades regulatorias y el gobierno, la protección suministrada a los partícipes sobre un abanico de riesgos, así como el nivel de comunicación aportado a dichos partícipes; no obstante, estas consideraciones están sujetas a los requisitos establecidos en la legislación pertinente de cada país.

De acuerdo a esta clasificación, la siguiente tabla muestra el valor obtenido del índice total para cada país, así como los valores para cada sub-índice: adecuación, sostenibilidad e integridad, en una puntuación establecida entre 0 y 100.

País	Total	Valores sub-índice		
		Adecuación	Sostenibilidad	Integridad
Dinamarca	78.9	76.5	79.8	81.3
Países Bajos	78.8	78.0	73.5	87.5
Australia	77.1	75.3	73.0	85.7
Noruega	74.7	77.0	61.0	90.3
Finlandia	72.3	70.2	61.3	91.0
Suecia	72.0	67.7	71.0	80.3
Singapur	69.4	65.2	66.2	80.7
Suiza	67.6	60.2	64.7	83.3
Nueva Zelanda	67.4	66.2	61.5	77.8
Chile	67.3	58.0	69.1	79.7
Canadá	66.8	69.9	55.4	77.7
Irlanda	65.8	77.9	43.9	77.2
Alemania	63.5	76.5	40.9	74.0
Colombia	61.7	66.4	49.9	70.7
Reino Unido	61.4	58.2	49.4	83.5
Francia	59.6	80.4	38.6	55.8
Estados Unidos	57.8	57.0	57.1	60.1
Malasia	57.7	42.3	61.2	77.6
Polonia	55.1	58.1	43.1	67.1
Brasil	54.8	67.8	29.2	70.0
Austria	53.1	67.6	19.9	76.4
Italia	50.8	66.2	16.4	74.3
Indonesia	49.9	40.1	49.3	66.4
Sudáfrica	48.9	34.0	45.7	77.1
Corea del Sur	47.1	46.9	46.8	47.9
China	46.5	54.2	38.2	46.0
México	45.1	38.5	55.9	40.5
India	44.9	39.5	43.8	55.1
Japón	43.5	48.0	26.0	60.7
Argentina	38.8	42.4	33.1	41.2

Gráficamente, el ranking ordenado de mayor a menor, quedaría como se observa en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Melbourne Mercer Global Pension Index (2017)

En un mapa mundial se aprecia que, por continentes, Europa posee el mayor número de países con la puntuación más alta.

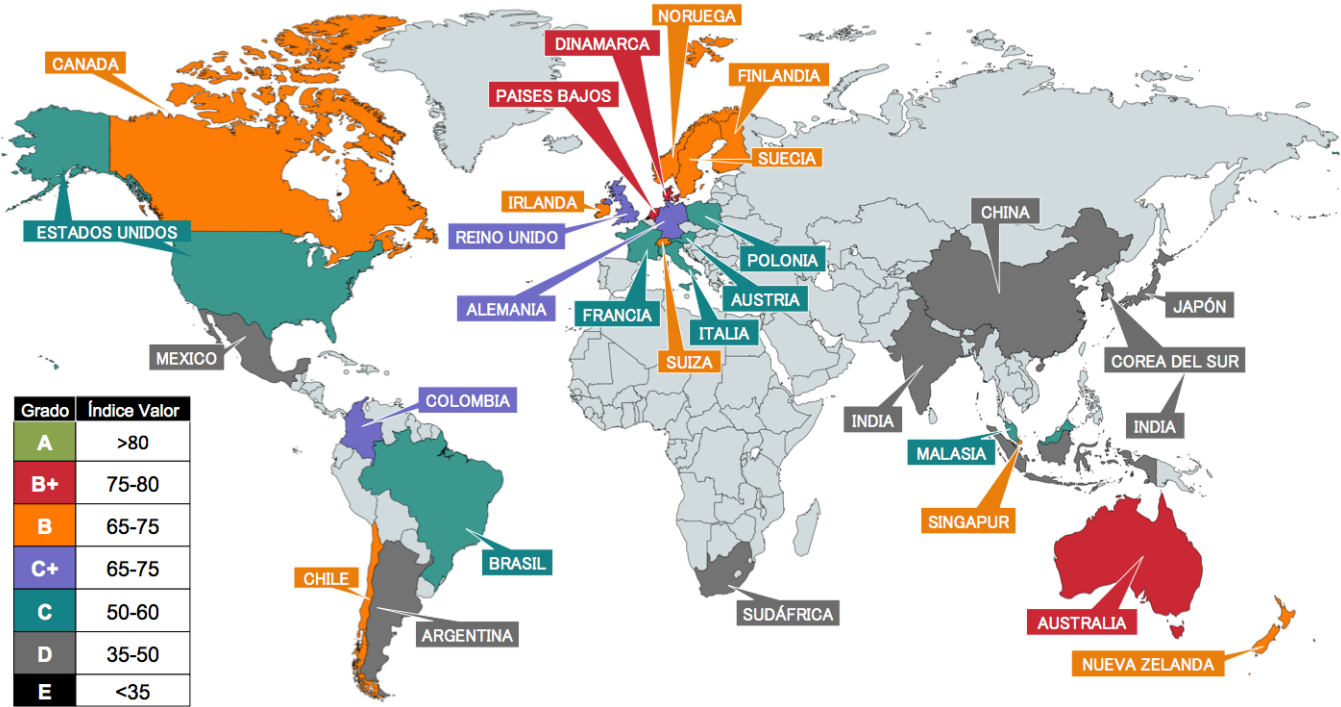


FIGURA 3.2: Mapa con la puntuación global de los principales países  
(Fuente: Melbourne Mercer Global Pension Index)

La siguiente tabla resume los resultados mostrados anteriormente:

Grado	Índice	Países	Descripción
A	> 80	Ninguno	Un sistema de ingresos de jubilación sólido y de primera clase que ofrece buenos beneficios, es sostenible y tiene un alto nivel de integridad.
B+	75-80	Dinamarca Países Bajos Australia	Son sistemas que tienen una estructura con buenas características pero con áreas de mejora que los diferenciarían de los sistemas con grado A.
B	65-75	Suecia Noruega Finlandia Suecia Singapur Suiza Nueva Zelanda Chile Canadá Irlanda	
C+	60-65	Alemania Colombia Reino Unido	Son sistemas que tienen algunas características buenas, pero también tienen grandes riesgos y/o deficiencias que deberían abordarse. Sin estas mejoras, su eficacia y sostenibilidad a largo plazo podría verse cuestionada.
C	50-60	Francia EEUU Malasia Polonia Brasil Austria Italia	
D	35-50	Indonesia Sudáfrica Corea del Sur China México India Japón Argentina	Sistemas que tienen algunos aspectos destacables pero a la vez importantes debilidades o carencias que deben ser señaladas. Sin estas mejoras, su eficacia y sostenibilidad son seria duda.
E	< 35	Ninguno	Un sistema pobre que puede estar en las primeras etapas de desarrollo.

CUADRO 3.2: Tabla resumen de los países del *Mercer Global Pension Index*

Fuente: Melbourne Mercer Global Pension Index (2017)

De entre todos los países que conforman el estudio, se ha considerado desarrollar más en profundidad el funcionamiento del sistema de pensiones de los siguientes países: *Dinamarca, Países Bajos, Australia, Suiza, Chile, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, Estados Unidos, Brasil, México, China, Japón e India*. De acuerdo con (Mercer, 2017 [5]) y (OECD, 2017 [6]), esta selección se ha basado en los siguientes criterios:

- **Dinamarca y los Países Bajos**, por tener los índices más altos (junto con Australia), ya que tienen un sistema de pensiones consolidado, sostenible y que proporciona buenas prestaciones.
- **Australia**, por tener un sistema de previsión social muy desarrollado y en vías de eliminar el sistema de Seguridad Social por el establecimiento de planes complementarios obligatorios.
- **Alemania, Francia e Italia**, por la afinidad natural con España y por tener tendencias demográficas adversas con problemáticas similares en cuanto a la previsión social y soluciones adoptadas que pudieran ser de posible aplicación en España.
- **Chile**, por haber sido el primer país en el mundo en privatizar totalmente su sistema de Seguridad Social, siendo tomado como modelo por otros países latinoamericanos.
- **Canadá y Reino Unido**, por tener una estructura con buenas características aunque con áreas de mejora.



- **Estados Unidos**, ya que es el país donde los sistemas complementarios voluntarios tienen mayor relevancia y donde existe mayor volumen de legislación que apoya a los sistemas de previsión social privada.
- **Suiza**, por ser país europeo, no de la UE, donde la previsión social está más desarrollada y conviven la seguridad social, los planes complementarios obligatorios y los voluntarios.
- **Singapur, Brasil, México, China, Japón e India**, porque es interesante conocer el funcionamiento de los sistemas de pensiones y previsión de la jubilación en países tanto en vías de desarrollo como con regímenes políticos, en el caso de China, más restrictivos.

### 3.2.1. • Dinamarca

El sistema de pensiones danés comprende un esquema de pensiones públicas básico, una prestación complementaria, un esquema de contribución definida de capitalización y los regímenes profesionales obligatorios.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

La prestación complementaria se paga a los pensionistas más desfavorecidos; además, los planes de pensiones profesionales obligatorios, negociados como parte de los convenios colectivos, dan una cobertura alrededor del 90 % de la mano de obra empleada.

#### Indicadores clave: DINAMARCA

		Dinamarca	OECD
Salario medio trabajador	DKK	412.555	258.783
	USD	58.383	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	8.0	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	80.9	80.0
	A los 65	19.4	19.7
Población mayor de 65	% población	33.0	27.0
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635180>

#### Condiciones de elegibilidad

La edad normal de jubilación es actualmente a los 65 años, pero se incrementará gradualmente hasta los 67 a partir del periodo 2019-2022 y hasta 68 en el año 2030. El derecho a obtener una pensión pública en su totalidad requiere 40 años de residencia, aunque periodos más cortos permiten el beneficio proporcional correspondiente.

Los derechos de pensión con ATP<sup>a</sup> y con los planes de pensiones ocupacionales se devengan sobre la base "lo que se paga es lo que se obtiene". Cuanto más larga sea la vida laboral, mayor es la tasa de ocupación, más largo será el historial de cotización y más elevado es el nivel de contribución, por lo tanto, mayor será el beneficio de la pensión.

<sup>a</sup>El ATP, en su significado danés, *Arbejdsmarkedets Tillægspension* es el fondo de pensiones complementario del mercado de trabajo del país.

#### Cálculo del beneficio

##### Básico:

La cuantía de la pensión inicial completa es de 6.160 DKK<sup>b</sup> al mes o 73.920 DKK al año, equivalente a alrededor del 19 % de los ingresos medios. Hay una prueba de ingresos individuales que significa que la pensión básica se reduce si los ingresos obtenidos exceden de 316.200 DKK (aproximadamente 3/4 de los ingresos medios). El beneficio se reduce a un ritmo del 30 % frente a los ingresos obtenidos por encima de este nivel.

##### Asistencia social mínima:

El complemento de la pensión completa es de 6.551 DKK al mes (78.612 DKK/año) para los pensionistas solteros y de 38.676 DKK al año para los pensionistas casados o que viven con pareja. El complemento de dicha pensión se reduce en un 30,9 % de los ingresos personales superiores a 69.800 para pensionistas solteros. Para los pensionistas que conviven con un cónyuge o pareja, que también recibe una pensión social, el complemento de pensión se reduce en un 16 % de su ingreso personal si la suma del total es superior a 140.000 DKK. Si el cónyuge no recibe una pensión social, dicho complemento se reduce en un 32 % de los ingresos personales totales de las parejas superiores a 140.000 DKK.

**ATP - Ahorros obligatorios basados en la pensión complementaria:**

La ATP (pensión danesa del mercado de trabajo complementario) es un acto reglamentario, financiado en su totalidad, basado en el seguro colectivo y acorde a un sistema de contribución definida. Esta pensión proporciona un ingreso de por vida a partir de los 65 años y la suma de la prestación global de supervivientes para dependientes en el caso de la muerte temprana de un miembro individual. Dicha ATP cubre todos los asalariados y casi todos los receptores de prestaciones de la seguridad social. La ATP es voluntaria para los trabajadores autónomos, cubre casi toda la población y se acerca a la universalidad absoluta.

<sup>b</sup>la moneda oficial de Dinamarca es la *corona* (*krone*), siendo su código ISO "DKK" y abreviatura *kr*.

**Variantes**

Los períodos de desempleo, la maternidad, períodos de empleo a tiempo parcial y otros elementos de carreras con variaciones, afectarán a la acumulación de las pensiones privadas y por lo tanto a la pensión agregada. Sin embargo, la composición general del sistema de pensiones modera estos efectos de forma significativa. En primer lugar, la fracción pública de pensiones es sustancial para la mayoría de los trabajadores que significa que los efectos de la variante de carrera solo afectará a la parte de la pensión general. En segundo lugar, la prueba de ingreso parcial de la pensión básica moderará otros efectos adversos.

**Jubilación tardía:**

Es posible diferir la pensión de jubilación pública hasta diez años. El incremento por el aplazamiento de la pensión por un año es la relación entre el período de aplazamiento de la esperanza de vida media en el momento en el que se define la pensión. Por ejemplo, si las proyecciones de población muestran que la esperanza de vida para una persona de 68 años se extiende durante 17.1 años, el incremento por un año de aplazamiento a partir de los 67 años sería  $1/17.1=5.8\%$

**Cuidado infantil:**

Para los períodos de maternidad/paternidad/beneficios de los padres, se paga el doble de la cantidad de contribuciones para la ATP. El beneficiario pagará un tercio de la contribución, los otros dos tercios restantes son pagados por el Gobierno/municipio. Este tipo de prestaciones parentales pueden ser pagadas hasta 52 semanas en total. Las cuatro semanas anteriores al parto y las primeras 14 semanas después del parto se reservan para la madre. El padre tiene derecho a dos semanas de permiso durante las primeras 14 semanas después del nacimiento (permiso de paternidad). Las 32 últimas semanas pueden ser divididas o compartidas entre el padre y la madre (permiso parental).

**Desempleo:**

Durante el desempleo, el seguro del mismo se hace cargo de la obligación de pago y las contribuciones de la ATP se pagan al doble de la tasa cuando se reciben beneficios de este seguro de desempleo (o tasa normal si hay prestación de asistencia social). El Gobierno paga dos tercios cuando el seguro de desempleo se ha agotado y la persona está en paro o asistencia social. No hay créditos o aportaciones para Planes de Pensiones durante los períodos de desempleo.

También existe un programa voluntario de jubilación anticipada vinculado al seguro de desempleo que rinde beneficios entre los 60 años (aumentando gradualmente hasta los 62 entre 2014 y 2017) y la edad normal de jubilación. Para optar, los individuos deben haber sido miembros de la desocupación fondo de seguro durante al menos 30 años y haber pagado las contribuciones a la jubilación anticipada voluntaria durante este período.

**3.2.2. • Países Bajos**

Comprende una pensión pública uniforme y una pensión profesional vinculada a los ingresos cuasi-obligatorios unidos a los acuerdos industriales. La mayoría de los empleados pertenecen a estos regímenes profesionales que se encuentran en toda la industria de prestación definida con la medida de los ingresos sobre la base de los

ingresos promedio de por vida.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

El sistema de pensiones tiene tres pilares principales: I) una pensión estatal a tanto alzado (AOW) en relación con salarios mínimos y financiado a través de los impuestos de la nómina, II) planes de pensiones ocupacionales financiados y III) planes de ahorro individuales. A pesar de que no existe ninguna obligación legal para los empleadores en cuanto a ofrecer un plan de pensiones a sus empleados, existen acuerdos de este tipo que significan el 91 % de los empleados están cubiertos, siendo casi mejor que aquellos que son obligatorios.

#### Indicadores clave: PAÍSES BAJOS

		Países Bajos	OECD
Salario medio trabajador	Eur	50.853	34.803
	USD	53.511	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	5.4	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	82.0	80.9
	A los 65	20.0	19.7
Población mayor de 65	% población	30.2	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933301981>

#### Condiciones de elegibilidad

La pensión básica de vejez era cubierta a los 65 años y seis meses en 2016, sin embargo, esta edad está aumentando gradualmente a 66 años en 2018 y a 67 años en 2021. A partir de entonces y por norma, la edad de jubilación estará vinculada al aumento de la esperanza de vida.

#### Cálculo del beneficio

##### Básico:

La cuantía de la pensión básica para una persona soltera fue de 1.144,72 € al mes en 2017. Existe un complemento de vacaciones de 72,48 € por persona, lo que incrementa la pensión hasta 1.217,20 € para solteros y 1.655,68 € para parejas. El valor del beneficio está vinculado a los cambios en el salario mínimo neto que se aumenta dos veces al año.

El beneficio básico se acumula al 2 % del valor total por cada año que un trabajador vive o trabaja en los Países Bajos. Para las personas mayores y/o los hogares con menos de cincuenta años de residencia neerlandesa y que no tienen otros medios de apoyo o activos, también existe un plan de asistencia social. Complementa los beneficios disponibles de los esquemas básicos y ocupacionales a un valor máximo igual a la pensión básica neta.

##### Esquema ocupacional:

Los Países Bajos también tienen un sistema de pensiones privadas ocupacionales con amplia cobertura. A finales de 2015, el sistema consistía en 319 fondos de pensiones. Bajo ciertas condiciones, las compañías holandesas que son parte de una industria con su propio plan de pensiones pueden optar por no participar en estos planes, si ofrecen su propio plan con beneficios equivalentes.

Desde 2012, aproximadamente el 94 % de los empleados están cubiertos por un plan de beneficios definidos. Los empleados restantes están cubiertos por un plan de contribución definida, siendo este tipo de plan el que ha experimentado un auge creciente.

#### Variantes

##### Pre-jubilación:

La pensión básica no es pagadera antes de los 65 años y 6 meses. Sí es posible, en cambio, retirar la pensión de ocupación antes.

**Jubilación tardía:**

No es posible diferir el plan básico de pensión de la vejez después de 65 años y 6 meses (aumentando gradualmente a 67 en 2021), pero es posible combinar el beneficio de la pensión básica y el trabajo. Las reglas sobre diferimiento de las pensiones varían entre planes ocupacionales. Es posible combinar el plan de pensión ocupacional y el trabajo. De hecho, algunos esquemas permiten que un miembro cobre una pensión y continúe trabajando.

**Cuidado infantil:**

En el plan básico de la pensión de vejez, los períodos de desempleo están automáticamente cubiertos. En los esquemas ocupacionales, no hay prestaciones para los períodos de cuidado de niños durante los cuales las personas están sin trabajo remunerado, pero la acumulación de los derechos para la pensión continúan durante los restantes años laborales. Sin embargo, muchos esquemas permiten contribuciones voluntarias para cubrir los períodos de ausencia antes mencionados.

**Desempleo:**

No hay prestaciones en los planes ocupacionales para períodos de desempleo. De nuevo, el esquema básico de vejez cubre dichos períodos automáticamente. Además, los interlocutores sociales administran un fondo (Fundación para la Financiación Complementaria de Pensiones - FVP) que permite a los trabajadores de más edad extender su acumulación de pensiones durante un cierto período durante el desempleo. El gobierno no tiene una relación formal con este fondo.

**3.2.3. • Australia**

Australia tiene una pensión probada mediante la cual se paga a partir de los ingresos generales del gobierno, así como un acuerdo de ahorro del sector privado obligatorio comúnmente conocido como el “Súper”, en el que los ahorradores y los empleadores pueden recargar más allá del nivel básico.

**Sistema de Pensiones en 2017:**

El sistema de pensiones de Australia tiene tres componentes: una pensión de vejez financiada a través de impuestos generales; la garantía de jubilación (una contribución del empleador obligatoria a los ahorros de jubilación privados); y las contribuciones de jubilación voluntarias y otros ahorros privados. Los ahorros de jubilación se fomentan a través de concesiones fiscales.

**Indicadores clave: AUSTRALIA**

		Australia	OECD
Salario medio trabajador	AUD	82.114	50 853
	USD	59.134	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	4.3	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	83.2	80.9
	A los 65	21.1	19.7
Población mayor de 65	% población en edad laboral	25.0	27.9

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933634876>

**Condiciones de elegibilidad**

La pensión es a partir de los 65 años para hombres y mujeres. La edad de jubilación se incrementará en seis meses cada dos años desde 2017 hasta alcanzar los 67 años en 2023. La edad mínima para contraer la prestación es de 55 años para la gente nacida antes del 1 de julio de 1960, pero se incrementa gradualmente para la gente nacida después de esa fecha, por lo tanto la edad mínima es 60 años para la gente nacida después del 30 de junio de 1964.

**Cálculo del beneficio****Contribución definida:**

La garantía de jubilación se introdujo en 1992 y se compone de una contribución obligatoria del empleador al fondo de jubilación del empleado (un plan privado de pensiones). Los fondos de jubilación podrán ser manejados por los empleadores, asociaciones industriales y empresas de servicios financieros o incluso por los propios individuos. El tipo de cotización obligatoria ha sido del 9 % de las ganancias del tiempo ordinario del trabajador del 1 de julio de 2002 al 30 de junio de 2013. El 1 de julio de 2013, la tasa aumentó al 9,25 %, antes de aumentar de nuevo el 1 de julio de 2014, hasta el 9,5 %. El gobierno ha anunciado que esta tasa se mantendrá en el 9,5 % hasta el 30 de junio de 2021. Después de esto, la tasa se incrementará en 0,5 puntos porcentuales cada año hasta alcanzar un 12 % el 1 de julio el 2025.

Los empleadores no tienen que contribuir a los trabajadores que ganan menos de 450 AUD al mes, pero pueden optar por hacer aportaciones para estos trabajadores (este mínimo de 450 AUD no se ha aumentado en el pasado) y tampoco necesitan para los empleados que trabajan a tiempo parcial (30 horas o menos a la semana) y menores de 18 años. También existe un techo para los ingresos cubiertos por la garantía de jubilación. Asimismo, los empleadores no necesitan contribuir para que los empleados paguen por encima de este techo. Para cada trimestre del año fiscal 2015-16, esta cantidad fue de 50.810 AUD (203.240 AUD anuales).

La etapa de retirada de la garantía de jubilación complica los cálculos. A pesar de que hay algunos planes profesionales de prestación definida, la mayoría de los empleados son miembros de esquemas de aportación definida. Los miembros pueden retirar el capital acumulado en forma de capital total o como un flujo de ingresos. En la actualidad, la mayoría de las personas optan por tomar o bien parte, o bien la totalidad de sus beneficios, en forma de capital. Por comparación con otros países, el capital de la garantía de jubilación se supone que es convertido a una anualidad de precios indexados.

**Básico (red de seguridad específica):**

La pensión de vejez se ha diseñado para proporcionar una red de seguridad para todos aquellos que no pueden ahorrar lo suficiente a través de su vida laboral y para complementar los ahorros para el retiro de los demás. Una prueba de ingresos y una prueba de activos (Pruebas de las Medias) se utilizan para orientar los pagos en la edad de jubilación. Además de la pensión de vejez, las personas mayores pueden optar a un sistema integral de concesiones y asistencia para la salud, asistencia de alquiler, productos farmacéuticos y otros gastos de mantenimiento.

En marzo de 2016, la tasa individual máxima de pensión con el complemento de pensión y Suplemento de Energía fue de 873.9 AUD por quincena, o lo equivalente a un derecho anual de 22.677,27 AUD aproximadamente. El valor de la pensión de vejez se ajusta dos veces al año y se incrementa en línea con el mayor de los índices IPC o PBLCI (Índice de Coste de Vida del Pensionista y Beneficiario, en sus siglas en inglés: "Pensioner and Beneficiary Living Cost Index"). Si es necesario, incrementos adicionales aseguran que la tasa combinada no hace caer a este índice, por debajo del 41,8 % del promedio total nacional antes de impuestos de las ganancias semanales masculinas (MTAWE, *Male Total Average Weekly Earnings*<sup>b</sup>). La base máxima única de cuantía de pensión, con exclusión de los suplementos, es 66.33 % de la tasa conjunta combinada. La pensión de vejez se reduce si los ingresos anuales por otras fuentes supera un umbral conocido como "zona de libre ingreso". Esto se ajusta anualmente en julio. La pensión de vejez tiene una especie de "bonus de experiencia de trabajo", diseñado para animar a la gente de edad de jubilación a seguir trabajando. Permite a los pensionistas de ganar hasta 250 AUD quincenales sin que sea evaluado como un beneficio en la prueba de ingresos. Los pensionistas que ganan menos de 250 AUD en una quincena pueden acumular la cantidad no utilizada de concesión quincenal hasta 6.500 AUD para compensar futuros rendimientos del trabajo. La combinación de este "bonus de experiencia" y la zona de libre ingreso de pensión, permite a un pensionista individual sin otros ingresos adicionales ganar hasta alrededor de 10.450 AUD cada año sin que afecte a su pensión.

La asistencia de alquiler está disponible para los inquilinos privados cuya renta excede una cantidad especificada. Se paga como parte del pago de pensiones y podrán reducirse mediante pruebas de ingresos y bienes junto con el pago. El valor de la Asistencia de Renta se ajusta dos veces al año, en línea con el crecimiento del IPC y se paga cada dos semanas.

La asistencia de alquiler no se paga a las personas que alquilan la autoridad gubernamental o para los residentes de hogares de ancianos o albergues financiados por el gobierno australiano.

<sup>b</sup>El MTAW es una cantidad fijada por el estadístico australiano y publicado en un documento llamado 'Average Weekly Earning, States and Australia'. La Sección 59EA del VEA especifica que certain income support indexed amounts se incrementan en línea con 6.80 USD quincenalmente en la tasa única de pensión desde el 26 de marzo de 1998.

### Variantes

#### Jubilación anticipada:

Los beneficios de jubilación pueden ser retirados a partir de los 55 años. La edad más temprana en la que la pensión pueden ser retirada va en aumento para todos los individuos nacidos en o a partir del 1 Julio de 1960 (véase el cuadro siguiente). Las personas que todavía están trabajando también pueden acceder a sus beneficios de la edad de preservación, pero sólo en forma de un flujo de ingresos no conmutables. La pensión de vejez no se paga antes de la edad de jubilación.

Fecha de nacimiento	Edad de preservación
Antes del 1 de Julio de 1960	55
1 de Julio 1960-30 Junio 1961	56
1 de Julio de 1961-30 de junio de 1962	57
1 de Julio de 1962-30 de junio de 1963	58
1 de Julio de 1963-30 de junio de 1964	59
Después del 30 de junio de 1964	60

#### Jubilación retrasada:

Es posible aplazar la jubilación hasta después de los 65 años de edad. Los empleadores están obligados a hacer contribuciones para la jubilación en virtud de los acuerdos de garantía de la misma por sus empleados elegibles independientemente de su edad. Además, la pensión de vejez tiene un "*bonus de ingresos de experiencia de trabajo*" diseñado para animar a la gente de la edad de jubilación a seguir trabajando.

#### Cuidado de niños y desempleo:

No hay protección específica para períodos fuera del trabajo en casos de cuidados infantiles ni en periodos de desempleo, pudiéndose realizar contribuciones voluntarias durante los periodos sin trabajo retribuido.

### 3.2.4. • Suiza

El sistema de pensiones en Suiza se configura como uno de los mejores a nivel mundial, no obstante, con respecto a años anteriores su posición en el ranking antes descrito ha disminuido debido a las proyecciones de crecimiento económico en el sub-índice de sostenibilidad previstas para este país.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

El sistema de pensiones suizo se configura sobre tres pilares: i) el plan de pensiones estatal para la vejez, los huérfanos y los cónyuges sobrevivientes, ii) los fondos de pensiones administrados por fundaciones de inversión, que están vinculadas a los empleadores y iii) las inversiones privadas voluntarias.

#### Indicadores clave: SUIZA

		Suiza	OECD
Salario medio trabajador	CHF	85.536	37.333
	USD	83.908	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	6.4	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	83.5	80.9
	A los 65	21.3	19.7
Población mayor de 65	% población en edad laboral	21.3	19.7

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933636320>



### Condiciones de elegibilidad

La edad de jubilación en el régimen público y para las pensiones ocupacionales obligatorias es actualmente de 65 años para los hombres y 64 para las mujeres. Una pensión completa requiere contribuciones durante 44 años para hombres y 43 años para las mujeres.

### Cálculo del beneficio

#### En relación con los ingresos:

El cálculo de la pensión pública relacionada con los ingresos se basa en los ingresos medios durante la vida laboral. Estos ingresos dependen de la cantidad de años durante los cuales se han realizado las contribuciones y el ingreso medio de la persona desde los 20 años hasta alcanzar la edad de jubilación. Los beneficios de la pensión están sujetos a límites superiores e inferiores. Entre estos dos umbrales, la fórmula de cálculo de beneficios favorece los ingresos medios.

Con las contribuciones completas, los beneficios de la pensión estarán entre 14.040 CHF y 28.080 CHF, equivalentes al 16 % y al 31 % del sueldo medio del trabajador. El beneficio máximo se alcanza cuando las ganancias promedio son 84.240 CHF equivalentes al 93 % del salario medio. El beneficio máximo de pensión pagado a las parejas no puede exceder el 150 % del beneficio máximo para personas solteras.

#### Obligación ocupacional:

En 1985 se introdujo un sistema obligatorio de seguro de pensiones ocupacional. Se basa en “créditos definidos” a la cuenta de la pensión de una persona y se aplica a las personas que ganan un ingreso anual de al menos 21.060 CHF por año. Los créditos varían según la edad.

Este sistema obligatorio corresponde a un mínimo legal garantizado por la ley. Las instituciones de previsión registradas (fondos de pensiones) son libres de proporcionar beneficios que excedan dicha ley. Dichos beneficios de pensión se conocen como beneficios “excesivamente obligatorios”. La mayoría de los empleados jubilados disfrutan de beneficios “excesivamente obligatorios” de este tipo.

#### Objetivo:

Los beneficios suplementarios verificados se pagan cuando los beneficios relacionados con los ingresos y otras fuentes de los mismos son insuficientes para cubrir los costes de vida básicos. El total del beneficio anual pagado corresponde a la diferencia entre el gasto reconocido y el ingreso calculado (beneficios, ingresos del trabajo, rendimiento de los activos, etc...). Los gastos reconocidos para personas solteras incluyen la cobertura de necesidades básicas y cierta cantidad para el reembolso de costes por enfermedad e invalidez. El beneficio suplementario se indexa de la misma manera que las pensiones públicas de vejez. También hay adiciones discrecionales, en función del cantón de residencia, para los pensionistas de ingresos más bajos, por lo que estos se descartan en el modelo.

#### Asistencia social:

El derecho a obtener asistencia social en situaciones de angustia o necesidad está garantizado por la Constitución Federal. La implementación y financiación es realizada por los diferentes cantones que conforman el país.

#### Voluntariedad:

El ahorro voluntario para las pensiones se fomenta a través de exenciones fiscales de las contribuciones. Las contribuciones se pueden guardar en una cuenta bancaria o pagarse en una póliza de seguros dedicada a ello, de la cual no se permiten retiros. En 2014, el máximo que se podía invertir ascendía a 6.739 CHF para empleados y 33.696 CHF para trabajadores autónomos. Se puede hacer un máximo de cinco años de contribuciones adicionales después de la edad de jubilación ordinaria. La pensión privada voluntaria no puede retirarse hasta un máximo de cinco años antes de la edad de jubilación. Los beneficios están sujetos al impuesto de la renta.

#### Jubilación anticipada:

La jubilación anticipada en el plan de pensiones públicas es posible a partir de los 63 años para los hombres y de los 62 años para las mujeres. En casos de retiro anticipado de los beneficios de la pensión, el valor total de la misma se reduce en un 6.8 % por cada año de reclamo anticipado.



### 3.2.5. • Chile

La introducción a principios de los años ochenta de un sistema de pensiones de gestión privada en Chile, basado en cuentas de capital individuales, ha atraído la atención mundial. Esta reforma, así como otros cambios estructurales orientados al mercado, y la mejora significativa en el desempeño económico del país, ha llevado a muchos observadores a establecer un vínculo directo, especialmente a través del aumento del ahorro interno privado generado a través del nuevo sistema de pensiones.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

El sistema de pensiones chileno tiene tres componentes: un primer nivel redistributivo, un segundo nivel de cuentas individuales obligatorias y un tercer nivel voluntario. El sistema de cuentas individuales se introdujo en 1981 y es una contribución definida.

#### Indicadores clave: CHILE

		Chile	OECD
Salario medio trabajador	CLP (millones)	8.00	24.00
	USD	11.962	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	3.0	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	79.8	80.9
	A los 65	19.5	19.7
Población mayor de 65	% población en edad laboral	17.0	27.9

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635066>

#### Condiciones de elegibilidad

##### Contribución definida:

La edad normal de jubilación es de 65 años para los hombres y de 60 años para las mujeres. Los beneficios de la pensión se pueden retirar en cualquier momento a partir de esa edad. Las personas no están obligadas a dejar de trabajar para reclamar dichos beneficios de la pensión.

##### Esquemas básicos y suplementarios:

La pensión solidaria básica (PBS) es un derecho para las personas sin otro tipo de pensión. La PBS se paga a partir de los 65 años al 60 % más pobre de la población. La percepción de beneficios está condicionado a 20 años de residencia, como mínimo y al menos cuatro de los cinco años anteriores al reclamo.

También hay una pensión de asistencia social suplementaria llamada *Solidarity Pension Payment (APS)* que está dirigida a personas con pensiones bajas. El beneficio se paga cuando la pensión de contribución definida es menor que un monto específico: el umbral máximo de pensión de bienestar (PMAS). Las condiciones de calificación para este beneficio son las mismas que las condiciones de calificación para la PBS.

#### Cálculo del beneficio

##### Contribución definida:

La tasa de contribución para el esquema de cuentas individuales equivale al 10 % de las ganancias. Los honorarios administrativos se cobran, además, de la tasa de contribución. Existe un techo para las contribuciones, que en diciembre de 2016 se estableció en 74.3 “*Unidades de Fomento*” (UF) equivalente a 1.957.592 CLP al mes (igual a 7.8 veces el salario mínimo en diciembre de 2016). Este techo está indexado al crecimiento de las ganancias reales.

Al momento de la jubilación, el capital acumulado puede usarse para comprar una renta vitalicia inmediata, para obtener un ingreso temporal con una renta vitalicia diferida, para tomar retiros programados o para comprar una renta vitalicia inmediata con retiros programados. Se retira una cantidad de 15 UF de la cuenta individual para cubrir los gastos del funeral. A los fines, las tasas de reemplazo se calcularon asumiendo una anualidad “actuarialmente justa”, utilizando tasas de anualidad específicas por sexo.

##### Básico:

La pensión solidaria básica (PBS) fue de 93.543 CLP en diciembre de 2016. La reforma de 2008 también introdujo un complemento de ingresos de pensiones como reemplazo de la pensión mínima anterior, denominada Pago de Pensión Solidaria (APS). El objetivo de esta nueva pensión complementaria es mejorar el nivel de vida de los trabajadores de bajos ingresos cuando se jubilan.

En términos generales, el beneficio suplementario se define como el valor de la pensión básica (PBS) menos la relación de PBS al valor de la pensión máxima de bienestar (PMAS) multiplicada por el valor de la pensión de contribución definida.

## Variantes

**Pre-jubilación:**

Se permite la jubilación anticipada a cualquier edad en el plan de contribución definida siempre que el capital acumulado en la cuenta sea suficiente para financiar una pensión por encima de determinados umbrales. La primera condición es que el beneficio debe ser al menos equivalente al 80 % del PMAS. La segunda condición es que se alcance una tasa de reemplazo mínima del 70 %, en relación con las ganancias y los ingresos en los diez años anteriores al retiro de la pensión.

La edad normal de jubilación se reduce en uno o dos años por cada cinco años de trabajo en condiciones difíciles en ocupaciones específicas. La reducción máxima de la edad normal de jubilación es de diez años.

**Jubilación tardía:**

Es posible aplazar el reclamo de la pensión después de la edad normal de jubilación.

**Cuidado infantil:**

Hay un permiso parental para madres trabajadoras con reposición de ingresos por un máximo de 24 semanas. De estas 24 semanas, las primeras 18 son exclusivamente para madres. Para las semanas 19 a 24, la madre tiene la oportunidad de transferir el beneficio al padre. Las ganancias reemplazadas se calculan sobre el salario promedio en los últimos tres meses antes del nacimiento, con el mismo límite que para las contribuciones a las pensiones. El beneficio no varía con la cantidad de niños. Durante este período, las contribuciones obligatorias del 10 % al sistema de pensiones se pagan a partir del beneficio de licencia parental. Este beneficio no reduce la edad de jubilación, pero sí aumenta las pensiones, ya que aumenta los ahorros.

Finalmente, cuando un niño menor de un año tiene una enfermedad grave, la madre tiene derecho a tomar un permiso médico durante el tiempo que el médico considere suficiente para cuidar al bebé. La licencia médica le permite a la madre (o padre, en el caso de que la madre lo establezca) recibir su salario y aumentar las pensiones a través de las contribuciones obligatorias para la licencia por enfermedad del niño.

Además, se otorga un bono de pensión a las mujeres por cada hijo nacido vivo que hayan tenido.

**Desempleo:**

El Seguro de Desempleo tiene dos componentes: autoseguro a través de cuentas individuales de desempleo y seguro social, a través del fondo de desempleo solidario. Las condiciones de elegibilidad para el último son más estrictas que el primero. Las personas que son elegibles obtienen un beneficio de desempleo del fondo de desempleo de solidaridad y siguen contribuyendo al sistema de pensiones. La contribución es del 10 % de la prestación de desempleo de solidaridad.

**3.2.6. • Canadá**

A pesar de que Canadá no tiene una edad mínima para permitir que las personas accedan a los beneficios de la pensión, su sistema se sitúa entre los diez mejores del mundo. Este país tiene una pensión universal a tanto alzado, así como una pensión complementaria de recursos medidos para proteger a los trabajadores con bajos ingresos. También ofrece a las personas la oportunidad de ahorrar en planes de pensiones de la compañía, muchos de los cuales son arreglos de beneficios definidos, que dan un ingreso garantizado en la jubilación.

**Sistema de Pensiones en 2017:**

El sistema de pensiones ofrece un beneficio a tanto alzado, que puede complementarse con un beneficio de ingresos comprobados, planes públicos relacionados con los ingresos y pensiones privadas voluntarias.

**Indicadores clave: CANADÁ**

		Canadá	OECD
Salario medio trabajador	CAD	50.997	49.233
	USD	37.935	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	4.6	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	82.6	80.9
	A los 65	21.0	19.7
Población mayor de 65	% población	26.1	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635028>

### Condiciones de elegibilidad

El programa de Seguridad de la Vejez (OLD AGE SECURITY - OAS-) proporciona una pensión básica a las personas mayores que cumplen con el estado legal y los requisitos de residencia. Las personas mayores que han residido en Canadá durante al menos 40 años después de los 18 reciben una pensión básica completa de la OAS. Aquellos que no cumplen los requisitos para una pensión completa reciben una pensión parcial si han residido en Canadá durante al menos 10 años después de los 18. El total de su beneficio se calcula a razón de 1/40 de una pensión completa por cada año completo de residencia en Canadá.

Para el plan relacionado con las ganancias, el Plan de Pensiones de Canadá, la edad normal de cualificación para la pensión es de 65 años, pero se puede reclamar una pensión anticipada a partir de los 60 años y una pensión tardía hasta los 70.

### Cálculo del beneficio

#### Básico:

El nivel de pensión total de 2016 para la pensión de la OAS fue de 6.878,82 CAD (dólares canadienses). El valor de dicha pensión está indexado a los precios. Esta pensión está sujeta a una prueba de ingresos a través del sistema impositivo. Los beneficios de la OAS se reducen en un 15 % de los ingresos netos individuales por encima de 73.756 CAD, para 2016. Este umbral de ingresos también está completamente indexado a la inflación de precios.

#### Objetivo:

Los pensionistas que reciben pocos o ingresos nulos, aparte de la pensión de la OAS, son elegibles para recibir asistencia adicional a través del suplemento de ingreso garantizado (GUARANTEED INCOME SUPPLEMENT -GIS-). Dicha combinación arrojó, en 2016, un máximo de 16.681,86 CAD para un pensionista individual. Este *suplemento de ingreso garantizado* también está indexado a los precios.

#### Relacionado con los ingresos:

Las pensiones y los beneficios relacionados con los ingresos son repartidos por el CPP/QUÉBEC PENSION PLAN (QPP). El CPP y el QPP ofrecen beneficios similares. El plan tiene como objetivo una tasa de reemplazo del 25 % de las ganancias hasta las Ganancias Máximas Pensionables Anuales (YMPE en sus siglas en inglés -YEARLY MAXIMUM PENSIONABLE EARNINGS-), basado en el salario medio. El pago de años anteriores se revaloriza en línea con las ganancias de toda la economía. Un beneficio completo requiere alrededor de 39 años de contribuciones con reducciones proporcionales para periodos de trabajo más cortos. La pensión de jubilación máxima relacionada con los ingresos para 2016 fue de 13.110 CAD.

Las personas que ganan menos de 3.500 CAD al año no están obligadas a contribuir. El techo, o (YMPE), para las contribuciones en 2016, fue de 54.900 CAD.

#### Pensiones privadas voluntarias:

Los planes de pensión ocupacionales y los planes de ahorro para la jubilación registrados (REGISTERED RETIREMENT SAVINGS PLANS -RRSP'S-) habilitan a los canadienses ahorrar para la jubilación más allá de la base provista por el OAS, GIS y CPP/QPP.

### Variantes

#### Pre-jubilación:

La jubilación anticipada a partir de los 60 años es posible en el plan estatal relacionado con las ganancias y está sujeto a una reducción de beneficios actuariales. El ajuste anticipado reduce la pensión en un 0,6 % por cada mes que la pensión se cobra antes de los 65 años, hasta la reducción máxima del 36 % a los 60 años.

#### Jubilación tardía:

Los individuos tienen la opción de diferir la pensión básica de la Seguridad de la Vejez hasta cinco años después de los 65. La pensión diferida se ajustará al alza en 0,6 % por cada mes de diferimiento, hasta un

máximo de 36 %, si se cobra el beneficio a los 70 años . El beneficio del GIS con verificación de ingresos no se puede aplazar.

La pensión relacionada con las ganancias de CPP / QPP también puede diferirse. El ajuste por pensiones tardías aumenta permanentemente el total de la pensión en un 0,7 % por cada mes de retraso después de los 65 años, hasta el aumento máximo del 42 %, si se reclama a los 70 años.

#### **Cuidado infantil:**

Los años de cuidado de niños menores de siete años se excluyen del período promedio en el cálculo de la pensión y estos años se excluyen del período contributivo en el plan relacionado con las ganancias.

#### **Desempleo:**

Hasta el 17 % del período contributivo puede ser excluido al calcular las ganancias promedio en el esquema relacionado con las mismas. Este abandono tiene por objeto compensar los períodos de desempleo, enfermedad, escolaridad, etc. No hay créditos adicionales para los períodos de desempleo.

### **3.2.7. • Reino Unido**

Actualmente, el país, tiene una pensión pública uniforme, así como créditos de pensionistas con ingresos probados y una pensión básica relacionada con las ganancias en el salario promedio de vida revalorizado. Pero a partir de 2016, este sistema fue reemplazado por un solo nivel estatal de pensiones. Una nueva política, denominada la “inscripción automática” (‘auto-enrolment’) se está implantando, lo cual implica la inscripción automática en un esquema de pensión concreto. Se pueden optar por salir de este esquema, pero alrededor del 90 % de la gente se suele quedar en el que se inscribe.

#### **Sistema de Pensiones en 2017:**

El Reino Unido introdujo un nuevo sistema de pensión estatal el 6 de abril de 2016 para las personas que alcancen la edad de jubilación del Estado a partir de esa fecha. Es un plan de tarifa plana, con algunos arreglos transitorios. Para las personas que alcanzaron la edad de la pensión estatal antes de esa fecha, el plan público tiene dos niveles (una pensión básica a tanto alzado y una pensión adicional relacionada con los ingresos). Ambos se complementan con un gran sector privado de pensiones voluntario. Un beneficio relacionado con el ingreso (Crédito de Pensión) tiene como objetivo el gasto adicional en los pensionistas más pobres.

#### **Indicadores clave: REINO UNIDO**

		R. Unido	OECD
Salario medio trabajador	GBP	36.571	29.967
	USD	45.100	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	6.1	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	81.7	80.9
	A los 65	20.2	19.7
Población mayor de 65	% población	31.0	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933636396>

#### **Condiciones de elegibilidad**

La edad de la pensión estatal actualmente es de 65 años para los hombres y gradualmente aumentará a 65 años para las mujeres hasta noviembre de 2018. Se han legislado aumentos de la edad de la pensión estatal hasta los 66 años para octubre de 2020 y hasta los 67 años entre 2026 y 2028. El Gobierno también ha propuesto que los cambios posteriores en la edad de la pensión estatal se basen en los cambios en la esperanza de vida. Bajo el sistema anterior, un individuo que alcanza la edad de cobrar la pensión del estado cualifica para una Pensión Estatal Básica completa al: i) pagar; ii) haber sido tratado como pagado; o iii) estar acreditado con contribuciones al Seguro Nacional durante 30 años cualificados en su vida laboral. Se paga una pensión estatal básica proporcionalmente reducida a las personas con menos de 30 años de cualificación, a

un mínimo de un año cualificado de contribución o créditos. Las personas sin antecedentes de seguro nacional preexistentes antes del 6 de abril de 2016 que alcancen la edad de pensión del Estado desde el 6 de abril de 2016 requerirán 35 años de contribuciones para recibir una nueva pensión estatal, y el período mínimo de calificación será de 10 años. Para las personas con un registro existente al 6 de abril de 2016, los arreglos transitorios tienen en cuenta el registro anterior.

### Cálculo del beneficio

#### **La nueva pensión estatal básica:**

La Pensión estatal básica completa para una persona soltera fue de 119,30 £ a la semana en 2016/17. La tasa total de la nueva pensión estatal fue de 155,65 £ a la semana en 2016/17.

#### **Disposición de pensión privada en el lugar de trabajo:**

En octubre de 2012, el gobierno comenzó a implementar la inscripción automática en los planes de pensiones en el lugar de trabajo. Una vez que se ha completado en febrero de 2018, todos los empleadores tendrán la obligación legal de inscribir a todos los trabajadores cualificados entre 22 años y la edad de pensión del Estado que ganen más de 10.000 £ en 2016/17 en un plan de lugar de trabajo elegible.

Para apoyar la inscripción automática, el gobierno estableció el NATIONAL EMPLOYMENT SAVINGS TRUST (NEST), un esquema de contribución definida ocupacional basado en el fideicomiso, para garantizar que todos los empleadores puedan acceder a un plan de pensiones de buena calidad y bajo costo. El NEST tiene una obligación de servicio público de aceptar a todos los empleadores que deseen establecer un plan de pensión con ellos, independientemente de sus ingresos.

#### **Dirigido a:**

El Crédito de Pensión es un beneficio semanal libre de impuestos para las personas que viven con bajos ingresos y garantiza a todos los pensionistas un ingreso superior a cierto nivel. Es un beneficio relacionado con los ingresos y no se basa en las contribuciones del Seguro Nacional. Hay dos elementos para el Crédito de Pensión, el Crédito de Garantía y el Crédito de Ahorro. El Crédito de Garantía garantiza un nivel mínimo de ingresos al proporcionar ayuda financiera a las personas que han alcanzado la edad requerida (ver a continuación) y cuyos ingresos están por debajo de su "importe aplicable". El importe aplicable es igual a la Garantía Mínima Estándar (que en 2016/17 fue de 155,60 £ por semana para solteros y de 237,55 £ por semana para parejas), a esto hay que añadir cantidades adicionales para personas con discapacidades severas, responsabilidades de cuidado o ciertos costes de alojamiento.

El crédito de ahorro es una suma adicional para personas de 65 años o más que han hecho una modesta provisión para su jubilación. Este crédito se paga a una tasa de 0,6 £ por cada 1 £ de ingreso por encima del umbral de crédito de ahorro (que en 2016/17 fue de 133,82 £ por semana para solteros y de 212,97 £ por semana para parejas), hasta el máximo de ahorro de crédito (que en 2016/17 fue de 13,07 £ por semana para solteros 14,75 £ por semana para parejas). Si un individuo tiene un ingreso superior a su "suma aplicable", no tiene derecho al crédito de garantía; entonces, cada 1 £ por encima de su "valor aplicable" conduce a una reducción en el Crédito de Ahorro de 0,4 £ (hasta el punto en que ya no tienen derecho al Crédito de Ahorro).

La edad de calificación para el Crédito de Pensión aumenta gradualmente a 65 años junto con el aumento en la edad de pensión estatal de las mujeres y aumentará aún más a medida que la edad de jubilación del Estado aumente más allá de los 65 años tanto para hombres como para mujeres. El elemento de crédito de ahorro del plan no estará disponible para aquellos que alcancen la edad de jubilación estatal a partir del 6 de abril de 2016 (es decir, la misma cohorte que cualifica para la nueva pensión estatal).

### Variantes

#### **Jubilación anticipada:**

No es posible reclamar una pensión estatal anticipadamente. Los beneficios de la pensión voluntaria pueden reclamarse a partir de la edad permitida por el plan.



**Jubilación tardía:**

El aplazamiento de la pensión estatal siempre ha sido posible para obtener incrementos adicionales de la misma. Esta pensión estatal adicional se paga además de la pensión estatal normal, cuando una persona reclama por primera vez o reclama nuevamente.

La cantidad de dinero extra que una persona recibe depende de cuánto tiempo posponen la reclamación de su pensión estatal. Para aquellos que hayan alcanzado la edad de la Pensión del Estado antes del 6 de abril de 2016, pueden elegir una de las siguientes opciones:

- Una pensión estatal semanal más alta de por vida (si la pensión estatal se difiere, al menos, 5 semanas). A partir del 6 de abril de 2005, el diferimiento de la pensión estatal obtuvo aproximadamente 10,4 % por cada año de reclamo diferido (o 1 % por cada cinco semanas).
- Un pago único a tanto alzado sujeto a impuestos (si la pensión estatal se difiere continuamente durante al menos un año). La suma global está compuesta por la pensión estatal perdida durante el período de diferimiento más los intereses, que se garantiza que estarán al menos dos puntos porcentuales por encima de la tasa base (del Banco de Inglaterra).

La elección tiene que hacerse cuando la Pensión del Estado finalmente se reclama. Para aquellos que alcancen la edad de la Pensión del Estado desde el 6 de abril de 2016, no será posible recibir un pago a tanto alzado. Para recibir una pensión estatal semanal más alta de por vida, la pensión estatal deberá diferirse durante al menos nueve semanas. El diferimiento de la nueva Pensión estatal gana aproximadamente 5,8 % por cada año de reclamo diferido (o 1 % por cada nueve semanas).

**Cuidado de niños:**

Los créditos del Seguro Nacional para la nueva Pensión del Estado brindan protección durante los períodos de cuidado infantil. Esto cubre tanto a las personas que no tienen un trabajo remunerado como a las que trabajan, pero que ganan por debajo del límite inferior de ingresos LOWER EARNINGS LIMIT y que, por lo tanto, no contribuyen al sistema.

**Desempleo:**

Los períodos de desempleo en los beneficios de seguro o asistencia se acreditan en el registro de contribuciones del Seguro Nacional de una persona para la nueva pensión estatal.

**3.2.8. • Alemania**

El sistema de pensiones alemán es un sistema obligatorio que está vinculado al empleo remunerado. Los empleados, sobre todo, están sujetos a cobertura obligatoria; sin embargo, bajo ciertas condiciones, otras personas también pueden contratar cobertura. Con el cambio demográfico alemán hacia una población que envejece y el contrato intergeneracional ("*Generationenvertrag*", donde la generación joven provee a la generación anterior), los pensionistas abordan la planificación de su jubilación de forma diversa.

**Sistema de Pensiones en 2017:**

El sistema público de pensiones legal tiene un nivel único y es un sistema PAY-AS-YOU-GO relacionado con las ganancias. El cálculo de las pensiones se basa en puntos de pensión. Si la provisión individual para la vejez de todas las fuentes de ingresos no es suficiente, se pueden reclamar beneficios adicionales con medios comprobados de la asistencia social.

**Indicadores clave: ALEMANIA**

		Alemania	OECD
Salario medio trabajador	EUR	47.809	34.803
	USD	50.307	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	10.1	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	81.3	80.9
	A los 65	19.7	19.7
Población mayor de 65	% población	34.8	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635332>

**Condiciones de elegibilidad**

En la actualidad, la pensión regular de vejez se paga a partir de los 65 años y cuatro o cinco meses (según el año de nacimiento del jubilado) con al menos cinco años de cotización. Las contribuciones de menos de

cinco años no obtienen ningún beneficio. La edad legal de jubilación está aumentando gradualmente y para los nacidos en 1964 o posteriores, la edad legal de jubilación será de 67 años. A partir de julio de 2014, la pensión por antigüedad se pagó a los 63 años para los trabajadores con 45 años de cotización. A partir de 2016, esta edad aumentó hasta llegar a los 65 años para los nacidos en 1964 o posteriores.

### Cálculo del beneficio

#### **Ganancias relacionadas:**

La contribución de un año a las ganancias medias de los contribuyentes gana un punto de pensión. La ganancia media relevante es similar a las ganancias promedio de las Cuentas Nacionales. Las ganancias correspondientes fueron de 36.267 € en 2016. Las contribuciones basadas en un ingreso más bajo o más alto obtienen proporcionalmente menos o más puntos de pensión. Las contribuciones se gravan con ganancias anuales de hasta 74.400 € en 2016.

En el momento de la jubilación, se suman los puntos de pensión de cada año. Para calcular el importe de la pensión anual, la suma de los puntos de pensión se multiplica por un valor anual de “punto de pensión”, que en 2016 fue de 357,96 €. El valor del punto de pensión es válido para los jubilados recién jubilados y ya jubilados. El valor del punto de pensión se ajusta anualmente en relación con el crecimiento del salario bruto como punto de partida. Además, el “factor de contribución” da cuenta de los cambios en la tasa de cotización al régimen legal de pensiones y a los planes de pensiones privados subvencionados (voluntarios). Un aumento de las tasas de contribución reducirá el ajuste del valor del punto de la pensión. El “factor de sostenibilidad”, que mide el cambio del número de contribuyentes estandarizados en relación con el número de pensionistas estandarizados, relaciona el ajuste del valor del punto de pensión con los cambios en la relación de dependencia del plan de pensiones legal, la proporción de pensionistas a contribuyentes. Estos dos factores en la fórmula de indexación pueden alterar el tamaño del ajuste, lo que resulta en un crecimiento gradualmente más lento del valor del punto de pensión en relación con los salarios brutos per cápita en el largo plazo.

Las ganancias medias relevantes para calcular los puntos de pensión, así como el valor del punto de pensión son, hoy día, todavía ligeramente diferentes para las pensiones de Alemania Oriental. En la actualidad, una ley relativa a la alineación de los valores de las pensiones de Alemania Oriental con los niveles de Alemania Occidental se encuentra en proceso legislativo. El valor de la pensión de Alemania Oriental alcanzará el valor de Alemania Occidental en 2024. A partir de entonces, no existen diferencias en las regulaciones de pensiones para el oeste y el este.

#### **Asistencia social:**

Si la provisión individual para la vejez de todas las fuentes de ingresos no es suficiente, se pueden reclamar beneficios adicionales con medios justificados ante la asistencia social. Esos beneficios son para necesidades primarias individuales. Los resultados de las provisiones verificadas como la diferencia entre la necesidad individual y el ingreso familiar respectivo (incluidos los beneficios de pensión). La media concedida de estas necesidades asciendió a 9.480 € per cápita en 2015 para todos los que recibieron este tipo de prestaciones de vejez.

#### **Pensiones voluntarias privadas:**

Existe una pensión privada adicional voluntaria que puede ser proporcionada por bancos, compañías de seguros o fondos de inversión (denominada pensión Riester). La pensión Riester es promovida fiscalmente y subsidiada por el gobierno.

### Variantes

#### **Jubilación anticipada:**

La jubilación anticipada es posible a los 63 años para aquellos con una cotización de al menos 35. Sin embargo, en este caso, el beneficio de la pensión se reducirá mediante una deducción permanente, que aumentará en consonancia con el aumento de la edad legal de jubilación. Si se jubilan antes de los 67 años, los beneficios se reducen permanentemente un 3,6 % por cada año que el jubilado no alcance la edad legal de



jubilación. Además, al retirarse a los 63 años en comparación con alguien que se jubila a los 67, los derechos de pensión son significativamente más bajos debido a que trabajan cuatro años menos y no se ganan puntos de pensión adicionales. No obstante, aún pueden jubilarse a los 63 años sin penas a la pensión si completan 45 años de tiempo asegurado (el empleo, los cuidados infantiles o los períodos de crianza de hasta 10 años o los períodos de desempleo de corta duración (UB1<sup>c</sup>) [?], cuentan como tiempo asegurado). Los períodos de desempleo a las edades de 61 o 62 años no cuentan.

#### Jubilación tardía:

Aplazar la edad de jubilación da lugar a una mayor acumulación de la pensión, concretamente, del 0,5 % por cada mes trabajado después de la edad legal de jubilación.

#### Cuidado de niños:

Para los niños nacidos de 1992 en adelante, se acredita a uno de los padres por un período de tres años con un punto de pensión por año (igual a las contribuciones basadas en los ingresos medios). Para los niños nacidos antes de 1992, se acreditan dos puntos de pensión. Estos derechos se otorgan tanto a los padres empleados como a los no empleados y se pueden dividir entre los padres. Esos beneficios relacionados con los niños en el sistema público de pensiones están financiados por los impuestos. También hay créditos para períodos de cuidado de niños de hasta 10 años. Estos años se consideran períodos de habilitación para una pensión ("Berücksichtigungszeit") y además tienen un efecto sobre el derecho a la pensión. Si las personas trabajan con al menos un hijo menor de 10 años, o si dos o más niños menores de diez años son padres (sin requisito de trabajo), su derecho a pensión para este período aumentará en un 50 %. La bonificación no puede exceder de 0,33 puntos de pensión por año. Sin embargo, en general, la acumulación total no puede exceder un punto de pensión por año.

#### Desempleo:

El seguro de desempleo contribuye al plan de pensiones en nombre de los desempleados. Durante el primer período de beneficios de desempleo (UB1, "Arbeitslosengeld I"), las contribuciones se pagan sobre la base del 80 % de las ganancias brutas anteriores. El primer período dura entre 6 y 24 meses, dependiendo de la edad y años de contribución. A partir de entonces, la persona desempleada pasa al segundo tipo de prestación por desempleo (UB2, "Arbeitslosengeld II"), que está sujeto a comprobación de recursos y se paga a una tasa más baja. Para este período, el seguro de desempleo no proporciona contribuciones financieras al plan de pensiones.

<sup>c</sup>Existen dos tipos de prestaciones por desempleo en Alemania: la UB1 otorga entre el 60 % (households without children) y el 67 % (con niños) de los últimos ingresos netos para un período de entre 12 y 32 meses, dependiendo de la edad. Cuando esta UB1 termina y el trabajador aún continúa desempleado, recibe la UB2 por un período ilimitado, que es, esencialmente hasta que puede optar a jubilarse.

### 3.2.9. • Francia

En Francia, el esquema general es administrado por una red de instituciones locales, regionales y nacionales organizadas y administradas por representantes de empleadores y empleados bajo la supervisión de los diferentes ministerios a cargo de la Seguridad Social (el Ministerio de Solidaridad y Salud y el Ministerio de Economía y Finanzas). Aproximadamente el 80 % de los ingresos totales del plan general proviene de contribuciones e impuestos deducidos de las ganancias.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

En el sector privado, el sistema de pensiones tiene dos niveles obligatorios públicos: una pensión pública de beneficio definido y esquemas ocupacionales, basados en un sistema de puntos. El esquema de beneficios definidos también tiene una pensión contributiva mínima sujeta a comprobación de recursos (contribución mínima). Además, hay un ingreso mínimo específico para los ancianos.

#### Indicadores clave: FRANCIA

		Francia	OECD
Salario medio trabajador	EUR	38.049	34.803
	USD	40.038	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	13.8	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	82.8	80.9
	A los 65	21.6	19.7
Población mayor de 65	% población en edad laboral	33.3	27.9

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635294>

### Condiciones de elegibilidad

La pensión pública completa requiere cumplir tanto con una contribución mínima (41,25 años en 2016 para las personas nacidas en 1954) como con la edad legal mínima de jubilación (61 años y 7 meses para las personas nacidas en 1954) o tener, al menos, 66 años y 7 meses (para personas nacidas en 1954). De acuerdo con la reforma de 2014, el período contributivo mínimo aumentó gradualmente de 41,25 años para personas nacidas en 1954 a 43 para personas nacidas en 1973 o posteriores.

La pensión contributiva mínima compensa el nivel de la pensión cuando el jubilado alcanza las condiciones legales de la misma a tasa completa. Como el modelo asume la entrada en el mercado laboral a los 20 años, la edad de jubilación a largo plazo es de 63 con 43 años de contribución para la pensión pública, pero como es 64 para la pensión ARRCO (ASSOCIATION POUR LE RÉGIME DE RETRAITE COMPLÉMENTAIRE DES SALARIÉS) se utiliza esta última como edad de jubilación normal para evitar cualquier reducción en la pensión.

### Cálculo del beneficio

#### Ganancias relacionadas:

El principal plan de pensiones públicas (régimen general) tiene una tasa de pago del 50 % después de una carrera completa (la duración aumenta como se describió anteriormente). Por cada trimestre que falte, la pensión se reduce de dos maneras:

- a prorrata del período contributivo faltante para alcanzar el período contributivo completo ( $0.58\% (= 1/N)$  por un trimestre faltante -N es el número de trimestres para una carrera completa-);
- además, el monto de la pensión se reduce en 1.25 % por trimestre faltante (o en 5 % por cada año perdido) si la persona decide jubilarse antes de la edad de pensión completa; estas tasas ("décote") se refieren a personas nacidas desde 1953 hasta el límite del 25 %.

La referencia de ganancias se basa en el promedio de los 25 mejores años, y las ganancias pasadas se valorizan de acuerdo con la inflación de precios.

Debido al umbral en el número de años incluidos en la medición de ganancias para calcular los beneficios de pensión y la política de valoración en línea con los precios, la tasa de reemplazo en el plan principal de pensiones públicas es sensible al perfil temporal de las ganancias a lo largo de la carrera del trabajador. Existe un techo para los ingresos elegibles, que en 2016 fue de 38.616 €. Los beneficios en pago están indexados a los precios.

#### Pensión mínima contributiva ("minimum contributif"):

Hay una pensión mínima no focalizada en el "régimen general" y en esquemas relacionados. Para ser elegible para el beneficio completo se necesitan 41,25 años de contribuciones (para personas nacidas en 1954), o tener 66 años y 7 meses y más para las personas nacidas en 1954 (se planea extender a 67 a partir de 2022) (el mínimo la pensión se prorratea por períodos más cortos). En 2016, el importe anual fue de 7.555,44 €. Este importe se incrementa a 8.256 € cuando el pensionista ha cotizado al menos 120 trimestres. La suma de los aportes mínimos y las pensiones de otros regímenes básicos no puede superar un límite máximo anual de 13.751,4 €. El valor de la pensión mínima está indexado a la inflación de precios.

#### Ocupacional obligatorio:

El esquema ARRCO cubre a los empleados del sector privado y agrícola. Además, se aplican diferentes reglas a aquellos en puestos profesionales o gerenciales, bajo el programa AGIRC. Como consecuencia del convenio colectivo nacional firmado en octubre de 2015, se espera que estos dos esquemas se fusionen en 2019, creando un único plan obligatorio de pensiones ocupacionales para los empleados del sector privado. Las siguientes regulaciones se aplican a trabajadores en puestos "no gerenciales".

Los beneficios se obtienen con una contribución del 6.2 % bajo el techo del esquema público principal (régimen general) y 16.2 %, aumentando a 17 % desde 2019, entre uno y tres veces este límite máximo. Por lo tanto, el techo de ARRCO es tres veces mayor que el del plan de pensiones públicas: 115.858 € (el límite máximo para el sistema AGIRC de cuadros es ocho veces mayor que el del plan principal de pensiones públicas).

Cada año, el número de puntos ganados es el valor de las contribuciones dividido por el costo de un punto de pensión. En la jubilación, el número acumulado de puntos se convierte en un beneficio de pensión multiplicándolos por el valor de un punto de pensión. El valor del punto de pensión fue de 1,2513 € desde

abril de 2013 hasta octubre de 2017. El costo del punto de pensión fue de 15,6556 € para el año 2016. El aumento del costo y el valor de los puntos de pensión se acuerda entre los interlocutores sociales.

El acuerdo actual, válido hasta 2018, es aumentar el costo de los puntos de pensión en línea con las ganancias medias y el valor de los puntos de pensión en línea con los precios menos 1 punto porcentual (sin poder ser negativo). En octubre de 2015, los interlocutores sociales acordaron aplicar, durante tres años, una reducción temporal (10 %) del valor de los puntos de pensión para los empleados que se jubilan a la edad en la que obtienen la tasa completa en el régimen general. Esta reducción se puede aliviar si el trabajador pospone su retiro.

Es importante señalar que la política de revalorización de estos dos parámetros afecta tanto a la trayectoria de las pensiones de pago (denominada aquí “indexación”) como al cambio en el valor de los derechos de pensión entre el momento en que se obtuvieron y el momento en que se retiran (similar al proceso de “valorización” en los esquemas relacionados con los ingresos).

La modelización supone que, a largo plazo, tanto el costo como el valor aumentarán en línea con los precios.

**Beneficio objetivo mínimo (Allocation de Solidarité aux Personnes âgées, ASPA):**

El 1 de abril de 2016 se aplicó un beneficio de ingresos mínimos para personas de 65 años con un valor de 9.609,6 € anuales para una sola persona (14.918,9 € por pareja) desde el 1 de abril de 2016. Este beneficio se ajusta en función de los precios. Los trabajadores de carrera completa rara vez serán elegibles para el programa de asistencia a la tercera edad, ya que la pensión ocupacional obligatoria complementa la pensión pública de primer nivel.

Los ancianos pueden beneficiarse de los beneficios de vivienda (“aide au logement”). Los criterios de elegibilidad dependen del nivel de ingresos, el costo de la vivienda, el número de dependientes y el lugar de residencia.

**Variantes**

**Jubilación anticipada:**

La jubilación anticipada, es decir, antes de la edad legal mínima de jubilación, está permitida a los 60 años en el principal plan de pensiones públicas, para las personas con períodos contributivos completos y que comenzaron a trabajar antes de los 20 años.

En el marco de la pensión profesional, también es posible la jubilación anticipada, que a menudo está sujeta a reducciones relacionadas con la edad de jubilación o los años de cotización (o ambos). Con menos del total del registro contributivo, la pensión se ajusta conforme a unas tablas, siendo el ajuste más favorable el relacionado con la edad de jubilación o el número de años perdidos. En el caso de querer jubilarse cinco años antes de la plena jubilación, por ejemplo, la pensión se reduce en un coeficiente de 0.78 del valor total. Sin embargo, si el individuo se retira y pierde solo un año de contribuciones, el coeficiente de reducción es solo de 0.96. El pensionista que cumple las condiciones para la jubilación anticipada sin reducciones en el régimen de pensión público principal también se beneficia de una pensión profesional completa.

**Jubilación tardía:**

Cuando las personas trabajan después de la edad legal mínima de jubilación y han alcanzado las condiciones contributivas que cualifican para una pensión completa (que fue de 41 años y 3 meses de cobertura en 2016 para las personas nacidas en 1954), cada trimestre adicional sujeto a contribuciones aumenta el beneficio bajo el esquema público en 1.25 % (5 % por año).

Para el período de retiro diferido, las personas continúan acumulando puntos ARRCO. El recibo de trabajo y pensión se puede combinar sin límite cuando las personas tienen pensiones de tasa completa. Si no, está sujeto a algunos límites.

**Cuidado de niños:**

Para los niños nacidos o adoptados desde 2010, se otorga un crédito de cuatro trimestres a la madre por cada uno de sus hijos en el plan de beneficios definidos, ya sea que continúe trabajando o no durante ese tiempo. Además, se otorga un crédito de otros cuatro trimestres a uno de los padres (o dividido entre los dos padres) para la educación de cada niño. Si han criado a tres o más niños durante al menos nueve años antes de los 16 años, ambos padres pueden recibir un aumento del 10% en el pago final de la pensión en el plan de beneficios definidos. Los períodos fuera de trabajo o que trabajan a tiempo parcial para cuidar a un niño también se acreditan en los planes de pensión públicos y ocupacionales (Assurance Vieillesse des Parents au Foyer - AVPF). Los créditos se otorgan como si el padre hubiera ganado el salario mínimo. El máximo de tres años se aplica a los dos primeros niños: los períodos acreditados son más largos para los hijos siguientes (las condiciones que califican incluyen el derecho a las prestaciones familiares y las condiciones de ingresos). Este crédito se puede acumular con los dos años (ocho trimestres) acreditados por niño en el plan público.

**Desempleo:**

Cuando se reciben los beneficios por desempleo, cada 50 días de desempleo involuntario completado atribuye una cuarta parte de las contribuciones, con un máximo de cuatro trimestres por año. Estos períodos no entran en el cálculo del salario de referencia promedio (salaire annuel moyen) basado en los 25 mejores años de ganancias y, por lo tanto, no en el cálculo de la pensión.

También hay créditos por períodos de desempleo sin pagos de desempleo. El primer período de desempleo sin pago se acredita hasta un año y medio. Períodos posteriores de desempleo involuntario sin pagos de desempleo se acreditan a un máximo de un año (cinco años a 55 y más) si esto sigue a un período de desempleo con beneficios de desempleo.

En los planes ocupacionales obligatorios, los períodos de desempleo permiten la acumulación de puntos de pensión si la persona había contribuido a uno de estos planes antes del comienzo del desempleo. Estos puntos se calculan de acuerdo con un “salario de referencia diario” (salaire journalier de référence) que es el último salario (del año) dividido por 365.

**3.2.10. • Italia**

El 5 de diciembre de 2017 entró en vigor en Italia una nueva ley que ajusta los requisitos de edad para los beneficios de pensión. El Decreto fue promulgado de conformidad con un Decreto-Ley de 2009 que disponía que, a partir del 1 de enero de 2015, los requisitos de edad para acceder al sistema de jubilación italiano deben ajustarse para reflejar el aumento de la esperanza de vida, según lo determine el Instituto Nacional de Estadística y validado por las autoridades de la UE. Según la nueva legislación, a partir del 1 de enero de 2019, el requisito de edad para acceder a las prestaciones de jubilación establecido en la legislación italiana aumenta en cinco meses.

**Sistema de Pensiones en 2017:**

El sistema de pensiones se basa en cuentas nocionales. Las contribuciones obtienen una tasa de rendimiento relacionada con el crecimiento real del PIB. Al momento de la jubilación, el capital teórico acumulado se convierte en una anualidad teniendo en cuenta la expectativa de vida promedio al momento de la jubilación.

**Indicadores clave: ITALIA**

		Francia	OECD
Salario medio trabajador	EUR	30.642	34.803
	USD	32.243	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	16.3	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	83.2	80.9
	A los 65	20.9	19.7
Población mayor de 65	% población en edad laboral	37.8	27.9

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635636>

**Condiciones de elegibilidad**

Los requisitos de pensiones de vejez en 2017, para empleados públicos y privados, son 66 años y siete meses con un mínimo de 20 años de contribuciones. La edad de jubilación para las mujeres empleadas en el

sector privado todavía se fija en 65 años y siete meses y 66 años y un mes para las mujeres que trabajan por cuenta propia, pero se espera que aumente gradualmente a 66 años y siete meses en 2018. La edad normal de jubilación el nuevo sistema aumentará gradualmente para hombres y mujeres. La actualización se produce automáticamente en línea con la esperanza de vida a 65 años, cada tres años hasta 2019 y cada dos años a partir de 2021. Se incrementarán en línea con la evolución de la esperanza de vida después de 2018 a 67 años como mínimo en 2019. La reforma de las pensiones de 2011, sin embargo, introdujo una ventana de jubilación flexible entre los 62 y los 70 años, que aumenta con la esperanza de vida. Las pensiones de vejez, totalmente calculadas con el sistema de cuentas nocionales, se pueden obtener con un mínimo de 20 años de contribuciones y si el total de la pensión no es inferior a 1,5 veces el subsidio social de vejez en 2012, indexado con el promedio quinquenal de producto interior bruto nominal.

### Cálculo del beneficio

#### Ganancias relacionadas:

El sistema de cuentas nocionales tiene una tasa de contribución del 33 %, de la cual un tercio es pagado por el empleado y dos tercios por el empleador. Al momento de la jubilación, el beneficio de pensión se calcula como las contribuciones acumuladas de por vida valorizadas con la tasa de crecimiento del PIB nominal (como promedio móvil de cinco años) y el coeficiente de transformación. El coeficiente de transformación es una función basada en las probabilidades de muerte, las probabilidades de dejar atrás a una viuda o viudo y la duración esperada de años en que se retirará el beneficio de un superviviente. Como consecuencia, los beneficios están estrechamente relacionados con la edad de jubilación: cuanto menor es la edad, menor es la pensión.

Los coeficientes de transformación se revisan cada tres años hasta 2019 y cada dos años a partir de 2021. Los coeficientes de transformación están disponibles para las edades de 57 a 70.

En 2016, el salario mínimo para fines de contribución fue de 200,76 € por semana (40 % de la pensión mínima). Los beneficios máximos para las prestaciones fueron de 100.324 € anuales en el nuevo régimen, o un poco más del 199 % de la pensión mínima.

La indexación de las pensiones en los pagos es progresiva y las pensiones más bajas están indexadas más generosamente que las pensiones más altas. En 2016, la regla de indexación para las pensiones en pago fue: 100 % del índice de “costo de vida” para tratamientos de hasta tres veces la pensión mínima; 95 % del índice de “costo de vida” para pensiones de hasta cuatro veces la pensión mínima; 75 % del índice de “costo de vida” para las pensiones de hasta cinco veces la pensión mínima; 50 % del índice de “costo de vida” para las pensiones de hasta seis veces la pensión mínima; 45 % del índice de “costo de vida” para pensiones superiores a seis veces la pensión mínima.

#### Asistencia social:

Según el viejo esquema DB, la pensión se determina únicamente sobre la base de las contribuciones. Sin embargo, para las personas con una pensión contributiva inferior a un nivel mínimo (501,89 € al mes en 2016), el sistema ofrece la posibilidad de pagos sociales (*suplemento mínimo de pensión*) para alcanzar 6.524,57 € de ingresos de pensión por año. El *suplemento mínimo de pensión* no se aplica a las pensiones calculadas de acuerdo con el sistema de cálculo relacionado con la contribución.

Las personas sin una pensión contributiva pueden reclamar un beneficio de asistencia social exento de impuestos y sujeto a los recursos a partir de los 65 años: el *assegno sociale* (subsidio social para la tercera edad). En 2016, esta edad aumentó a 65 años y siete meses y la edad del derecho aumentará en línea con la esperanza de vida. En 2016, el *assegno sociale* para una persona soltera fue de 5.824,91 € anuales con 13 pagos anuales (448,07 € mensuales). Los beneficiarios del *assegno sociale* de 70 años o más reciben una pensión mensual adicional de hasta 190,26 euro, que eleva el beneficio a 8.298,29 € por año.

#### Pensiones voluntarias privadas:

Existe un sistema ocupacional suplementario voluntario adicional. Consiste en fondos abiertos y fondos cerrados acordados colectivamente. Los fondos cerrados pueden ser financiados tanto por empleadores como por empleados, así como también por la transformación voluntaria de TFR (indemnización por despido privada). Los fondos abiertos proporcionan una anualidad basada en contribuciones. La tasa de cotización actual de la tasa global de fecundidad es del 6,91 % del salario bruto. Los fondos invertidos se capitalizan cada año con la aplicación de una tasa fija del 1.5 % y un componente variable, equivalente al 75 % del incremento



anual en el índice de precios al consumidor. El número de trabajadores inscritos en un fondo de pensiones privado es aún bajo.

### Variantes

#### **Jubilación anticipada:**

En 2016, es posible la jubilación anticipada sin penalización desde los 62 años si las contribuciones se han pagado, durante al menos, 42 años y 10 meses para los hombres y 41 años y 10 meses para las mujeres. Estos requisitos aumentarán de acuerdo con la expectativa de vida. Por cada año de jubilación anticipada los derechos de pensión de retiro se reducen en un punto porcentual. Esta reducción aumenta a dos puntos porcentuales por cada año adicional si la edad de salida es dos años inferior al mínimo de 62. La multa, sin embargo, no se aplica a los trabajadores que cumplirán con el requisito de contribución para 2017.

Para las personas que están bajo el sistema contributivo o mixto, la jubilación anticipada solo es posible si la persona cumple con el requisito de contribución, sin sanciones por edad. Alternativamente, estos trabajadores pueden jubilarse a los 63 años y siete meses con la condición de que hayan pagado sus contribuciones durante al menos 20 años y que el total de la pensión no sea inferior a 2,8 veces la asignación social de vejez en 2012, indexada con los cinco años de media anual del PIB nominal.

#### **Cuidado infantil:**

Las madres reciben un coeficiente de transformación más generoso. Las mujeres con uno o dos hijos reciben un coeficiente de transformación más favorable para calcular el beneficio de pensión. La edad que se usa es la edad real de jubilación más un año. Para mujeres con tres o más hijos, esta edad es igual a la edad real más dos años. Alternativamente, las madres que trabajan bajo el esquema de contribución tienen la posibilidad de anticipar la jubilación por cuatro meses para cada niño, hasta un máximo de 12 meses.

#### **Desempleo:**

Para las empresas que afrontan situaciones complicadas, la asistencia pública interviene para otorgar ganancias a los trabajadores a través de la CASSA INTEGRAZIONE GUADAGNI (CIG). La CIG se paga a todos los empleados, excluidos los ejecutivos, aprendices y trabajadores a domicilio. La duración de la cobertura varía, pero el beneficio generalmente se ofrece hasta 12 o 24 meses. El subsidio es equivalente al 80 % del último salario, pero hay topes. En 2016, el beneficio máximo fue de 971,71 € mensuales para los trabajadores con un salario de trabajo de hasta 2.012,24 € al mes. Para salarios más elevados, la asignación equivale a 1.167,91 € al mes. El pago está sujeto a una reducción del 5,84 % de las cotizaciones sociales y los beneficios netos máximos mensuales fueron de 914,96 € y 1.099,70 €, respectivamente. Los beneficios están sujetos al impuesto sobre la renta.

Para las personas en paro involuntario hay una asignación mensual llamada NASPL (NUOVA ASSICURAZIONE SOCIALE PER L'IMPIEGO). El derecho requiere un mínimo de 13 semanas de contribución en los cuatro años anteriores al despido y un mínimo de 30 días de trabajo efectivo en los dos años anteriores al despido. Los requisitos más bajos se aplican a aprendices o empleados en el sector de la construcción o agrícola. La NASPL se administra por un período máximo igual a la mitad del número de semanas de contribución en los últimos cuatro años. El beneficio es equivalente a:

- 75 % del salario mensual promedio en los últimos dos años antes del despido, si el salario promedio es inferior a un umbral fijo igual a 1.195,00 € en 2016, indexado a la inflación;
- 75 % de 1.195,00 € en 2016 y 25 % de la diferencia entre el salario medio mensual y el umbral.

En 2016, el límite de beneficio fue de 1.300,00 € al mes. Después de cuatro meses, la asignación mensual se reduce en un 3 % cada mes.

### 3.2.11. • Estados Unidos

El sistema estatal de los EEUU ofrece una pensión basada en los ingresos de por vida, junto con una recarga de recursos medidos. Las pensiones privadas son voluntarias y pueden ser ocupacionales o personales. El esquema estatal puede no ser excesivamente generoso, pero hay ahorros privados mucho mayores. Los planes “401k” alientan a muchos trabajadores estadounidenses a comenzar a ahorrar para su jubilación, invirtiendo en acciones, y particularmente en las acciones de la compañía para la que trabajan. A diferencia de los regímenes de pensiones británicos, por ejemplo, los planes “401k” son mucho más flexibles, lo que les permite a las personas “tomar prestados” sus ahorros de jubilación y devolverlos al plan en una fecha posterior. Las tarifas cobradas en pensiones y planes de inversión en los EEUU, suelen ser más bajas que en Gran Bretaña. Los ahorradores pueden usar parte de su fondo para mantener una tasa de anualidad establecida antes de la jubilación.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

El beneficio de pensión proporcionado públicamente, conocido como *seguridad social*, tiene una fórmula de beneficio progresivo. También hay un pago de recargo con los medios disponibles para los pensionistas de bajos ingresos.

#### Indicadores clave: ESTADOS UNIDOS

		EEUU	OECD
Salario medio trabajador	EUR	52.543	34.803
	USD	52.543	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	7.0	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	79.6	80.9
	A los 65	19.8	19.7
Población mayor de 65	% población	24.6	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933636434>

#### Condiciones de elegibilidad

La edad de jubilación (*normal retirement age* - NRA) fue de 66 años para los trabajadores de 62 años en 2016, y aumentará a 67 años para los trabajadores de 62 años en 2022. La elegibilidad para los beneficios de jubilación depende del número de años que un requisito mínimo de contribuciones de diez años.

#### Cálculo del beneficio

##### Ganancias relacionadas:

La fórmula del beneficio de pensión relacionado con los ingresos es progresiva. Los primeros 856 USD al mes de ganancias relevantes atraen una tasa de reemplazo del 90 %. La banda de ganancias entre 856 USD y 5.157 USD por mes se reemplaza por 32 %. Estos umbrales son el 20 % y el 118 % del índice salarial nacional promedio para 2016, respectivamente. Se aplica una tasa de reemplazo del 15 % entre el último umbral y el techo de ganancias. Una adición del 50 % de dependientes está disponible para las parejas casadas en las que las personas con ingresos secundarios han acumulado un derecho menor y para un hijo dependiente que reúne los requisitos. Los ingresos de años anteriores se revalorizan hasta el año en que el receptor alcanza los 60 años de acuerdo con el crecimiento de las ganancias promedio de toda la economía. No hay ajuste de ganancias por años después de los 60 años. El beneficio básico se calcula para el pago a la edad de 62 años. A partir de entonces, el beneficio básico se ajusta en línea con los aumentos de precios. El beneficio se basa en las ganancias promedio de carrera para los 35 años más altos de ganancias, después de la revaluación, incluidos los años con cero ganancias si es necesario para un total de 35 años.

El techo de ganancias para las contribuciones y los beneficios es de 18.500 USD por año, lo que corresponde al 226 % del índice nacional de salarios promedio en 2016. Este índice sigue el crecimiento de los salarios en toda la economía y las pensiones se ajustan en línea con el aumento del nivel de precios.

##### Objetivo:

Existe un beneficio de los medios para los ancianos, conocido como *Seguridad de Ingreso Suplementario*. Las personas de 65 años o más sin un cónyuge elegible pueden ser elegibles para un máximo de 8.796 USD por año, dependiendo de los activos y otros ingresos. La tasa máxima de beneficios para los casos en que ambos miembros de una pareja son elegibles es de 13.200 USD (50 % más que la tasa para solteros). Estas tasas de beneficios equivalen aproximadamente al 17 % y al 25 % del índice de salario promedio nacional estimado



para 2016, respectivamente. El beneficio máximo está indexado a los aumentos de precios.

Las pruebas de activos son estrictas: las personas sin un cónyuge elegible están limitadas a 2.000 USD en activos y parejas elegibles a 3.000 USD, excluidos ciertos activos, incluyendo efectos personales, una casa, un automóvil, seguro funerario y seguro de vida (el último dos hasta 1.500 USD en valor).

El análisis se complica por el hecho de que los estados y el Distrito de Columbia pueden complementar el mínimo determinado federalmente. Mientras que seis estados solo pagan el mínimo federal, otros 33 administran su propio sistema, 6 ofrecen suplementos que son administrados únicamente por la ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL (SSA) y 6 ofrecen suplementos administrados por el estado y la SSA. El pago suplementario promedio administrado por SSA en estos 12 estados es el 20 % del beneficio federal máximo para los pensionistas sin cónyuge elegible y el 34 % para las parejas donde ambos miembros son elegibles.

#### **Pensiones voluntarias privadas:**

Existe una pensión voluntaria adicional que se asume como contribución definida. La tasa de contribución supuesta es del 9 %.

### **Variantes**

#### **Jubilación anticipada:**

La jubilación anticipada es posible desde los 62 años, sujeta a una reducción actuarial. Para cada año de jubilación antes de la edad normal, el beneficio se reduce en un 62'6 %. Sin embargo, después de tres años, la reducción cae al 5 %. Esto se aplica a los jubilados con una NRA de más de 65 años.

#### **Jubilación tardía:**

La recepción inicial de la pensión puede diferirse hasta después de la NRA, y el crédito se otorga para el aplazamiento hasta la edad de 70 años. El incremento actuarial para quienes alcanzaron los 62 años en 2012 y posteriores es del 8 % por cada año de diferimiento.

También es posible combinar el trabajo y la percepción de la pensión sujeta a una prueba de ingresos. Para los beneficiarios que reciben beneficios en un año antes del año en que llegan a su NRA, la pensión se reduce en un 50 % de las ganancias superiores a 15.720 USD. Para los trabajadores que han alcanzado su NRA, no hay reducción de beneficios en función de las ganancias.

#### **Cuidado infantil:**

No existen disposiciones para los créditos durante los períodos de cuidado infantil (excepto para los trabajadores que quedan discapacitados a edades más tempranas, que pueden dejar de cuidar a sus hijos durante años de su cálculo de beneficios).

#### **Desempleo:**

No hay disposiciones para créditos durante períodos de desempleo. Sin embargo, en muchos casos se pueden omitir los períodos de desempleo en el cálculo de las ganancias para fines de beneficio, ya que solo se consideran los 35 años de ingresos más altos. Los períodos de discapacidad se omiten en los 35 años de ingresos considerados.

### 3.2.12. • Brasil

El sistema de pensiones brasileño ha estado sujeto a una serie de reformas en curso desde finales de los años noventa. La necesidad de reformas provino principalmente de un sistema de pensiones excesivamente denso que ejerció una fuerte presión sobre el presupuesto gubernamental. Con el final del gobierno militar en 1988, el nuevo gobierno democrático implementó una legislación que hizo que el sistema de pensiones fuera el más generoso y costoso entre los países en desarrollo. La crisis asiática y rusa a fines de la década de 1990 enfatizó aún más la estabilidad financiera del país. La adopción de reformas fiscales fue esencial para controlar la inflación y recuperar los desequilibrios fiscales internos y externos.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

El Régimen General de Previdencia Social (RGPS) cubre la fuerza de trabajo del sector privado. Se financia a través de impuestos sobre la nómina, compartidos por el empleador y el empleado, los ingresos de los impuestos a las ventas y las transferencias federales que cubren los déficits del sistema. Es un esquema obligatorio de un solo pilar financiado por el sistema de reparto, que es operado por el Instituto Nacional de Seguridad Social.

#### Indicadores clave: BRASIL

		Brasil	OECD
Salario medio trabajador	BRL	25.248	119.212
	USD	7.756	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	–	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	75.8	80.9
	A los 65	18.4	19.7
Población mayor de 65	% población	13.0	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933634990>

#### Condiciones de elegibilidad

Los empleados del sector privado tienen derecho a jubilarse con una pensión completa si cumplen con una de las dos condiciones, la jubilación basada en la duración de las contribuciones o en función de la edad. La jubilación en base a la duración de la contribución, a cualquier edad, es posible después de haber contribuido a la seguridad social durante 35 años para los hombres y 30 años para las mujeres. Esta opción es la vía más común para la jubilación de los empleados del sector privado. La jubilación en función de la edad es de 65 años para los hombres y de 60 para las mujeres con un registro de contribución mínima de al menos 15 años.

Las contribuciones varían según el nivel de ganancias en 8 % para las ganancias mensuales hasta 1.317,07 BRL (reales brasileños), 9 % para las ganancias de 1.317,08 BRL a 2.195,12 BRL y 11 % para las ganancias de 2.195,13 BRL a 4.390,24 BRL.

#### Cálculo del beneficio

##### Jubilación sobre la base de la duración de la contribución:

El beneficio es el promedio del 80 % de las ganancias mensuales más altas desde julio de 1994 hasta la fecha de jubilación. Este promedio se multiplica por el “*Fator Previdenciário*”. Este “*Fator Previdenciário*” es un coeficiente actuarial basado en la tasa de contribución del asegurado, el período de contribución, la edad y la esperanza de vida. Para un hombre que se jubila sobre la base de la duración de la contribución, teniendo en cuenta el mínimo de 35 años, esta multiplicación reducirá el nivel de beneficio al jubilarse antes de los 64 años, mientras que lo aumentará a partir de entonces. El “*Fator Previdenciário*” no se aplica a trabajos duros con 15, 20 o 25 años de contribuciones.

$$f = \frac{T_c \times a}{E_s} \times \left[ 1 + \frac{(I_d + T_c \times a)}{100} \right]$$

$f$  = “*Fator Previdenciário*”

$T_c$  = período de contribución del trabajador

$a$  = Tasa de contribución 31 %

$E_s$  = Esperanza de vida del trabajador al jubilarse

$I_d$  = Edad del trabajador cuando se jubila

Las ganancias mínimas mensuales para el cálculo del beneficio son iguales al salario mínimo mensual legal (880 BRL). Los ingresos máximos mensuales para el cálculo del beneficio son de 5.189,82 BRL. La pensión mínima para las contribuciones mínimas mensuales es igual al salario mínimo mensual legal.

**Jubilación sobre la base de la edad:**

El beneficio es el promedio del 80 % de las mejores ganancias mensuales desde julio de 1994 hasta la fecha de jubilación. Este promedio se multiplica por 70 % más 1 punto porcentual para cada conjunto de doce meses de contribución y se limita al 100 %. Este resultado se multiplica por el “*Fator Previdenciário*” solo si este factor es mayor que 1.0. Las ganancias mensuales mínimas y máximas para el cálculo del beneficio son las mismas que en la jubilación según la duración de la contribución.

Hay 13 pagos al año con beneficios que se ajustan anualmente. Para los dos tercios de los pensionistas del sector privado que reciben el total de la pensión mínima, los ajustes anuales son equivalentes a los del salario mínimo, que ha aumentado significativamente más rápido que los precios al consumidor en la última década. Las pensiones que superan el nivel mínimo se ajustan de acuerdo con los cambios en el índice de precios al consumidor.

**Programas de asistencia social para la población de edad avanzada:**

Los beneficios de asistencia de tipo pensión también están disponibles para aquellos que no cualifican para el beneficio de la jubilación sobre la base de las dos condiciones mencionadas anteriormente. El BPC-LOAS fue creado para ayudar a las personas mayores (65 años o más, tanto hombres como mujeres) o personas con discapacidad cuyo ingreso familiar per cápita es menor a un cuarto del salario mínimo (suelo). Reciben una cantidad igual al salario mínimo y sus condiciones se revisan cada dos años. Los beneficiarios no pueden recibir ningún otro beneficio no contributivo del gobierno, pero la asistencia social recibida por otro miembro del hogar no se tiene en cuenta. Sin embargo, se tienen en cuenta los beneficios de pensión regulares recibidos por otro miembro del hogar. La logística es realizada por el INSS (certificación médica y prueba de medios), pero la responsabilidad del beneficio recae en el Ministerio de Desarrollo Social y Lucha contra el Hambre (MDS).

Existe otro beneficio llamado Previdencia Rural (Pensión Rural) para los hombres de 60 años y las mujeres de 55 años o más, que hayan completado al menos 180 meses de trabajo en las zonas rurales. El beneficio es igual al salario mínimo.

**Variantes****Jubilación anticipada:**

La jubilación anticipada está permitida a los 53 años con al menos 30 años de aportes, en el caso de los hombres o de 48 años, con al menos 25 años de aportes para las mujeres. Las deducciones de pensiones se aplican en este caso a través del “*Fator Previdenciário*”. Esta regla solo se aplica al trabajador que estaba contribuyendo antes de 1998. El valor de la jubilación anticipada es proporcional a su valor integral y debe contribuir durante un período adicional de, por lo menos, cinco años más. Esta regla está a punto de extinguirse de forma natural.

**Jubilación tardía:**

Las pensiones pueden reclamarse junto con el empleo y, por lo tanto, no hay ningún incentivo para retrasar el pago.

### 3.2.13. • México

México reformó su sistema de pensiones en 1997, transformándolo de un sistema de reparto de beneficios definidos (PAYG) a un esquema de contribución definida (CD) privado y obligatorio totalmente financiado. La reforma se modeló después de las reformas de las pensiones en Chile a principios de los años ochenta y fue el resultado de las recomendaciones del Banco Mundial.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

El sistema de ingresos de jubilación de México tiene tres componentes: una pensión de edad con comprobación de medios denominada 65+; un sistema de contribución definida obligatoria con una pensión mínima; y otros planes privados individuales y ocupacionales. Además, los estados, las autoridades locales y las universidades públicas tienen sus propios sistemas de pensiones independientes.

#### Indicadores clave: MÉXICO

		México	OECD
Salario medio trabajador	MXN	112.827	759.365
	USD	5.441	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	2.3	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	77.4	80.9
	A los 65	19.3	19.7
Población mayor de 65	% población	11.4	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635826>

#### Condiciones de elegibilidad

La edad normal de jubilación es de 65 años para hombres y mujeres, sujeta a 1.250 semanas (alrededor de 24 años) de contribución en el sector privado.

#### Contribución definida

De la contribución total del 6.5 % de las ganancias individuales a una cuenta individual; los trabajadores contribuyen con 1.125 %, los empleadores contribuyen con 5.150 % y el gobierno contribuye con 0.225 %. El empleador realiza una contribución adicional del 5 % a una subcuenta de vivienda individual (un esquema conocido como INFONAVIT) que revierte a la cuenta de jubilación cuando no se utiliza. Hay un techo para las contribuciones de 25 veces el salario mínimo.

Además, el gobierno contribuye con una cantidad progresiva en las cuentas de jubilación individuales por día de contribución llamada cuota social o social. A diciembre de 2016, las tarifas sociales eran las siguientes: para los trabajadores que ganan hasta un salario mínimo, la tarifa social es de 5.14119 MXN; para aquellos que ganan entre 1.01 y cuatro veces el salario mínimo, 4.92698 MXN; para aquellos en el rango de 4.01 a siete veces el salario mínimo, 4.71275 MXN; para aquellos en el rango de 7.01 a diez veces el salario mínimo, 4.49854 MXN y finalmente, para aquellos que ganan entre 10.01 y 15 veces el salario mínimo, 4.28432 MXN. Para los asalariados más altos no hay contribución de tarifa social. La tarifa social está indexada a la inflación cada tres meses.

#### Cálculo del beneficio

Al momento de la jubilación, el individuo convierte el saldo acumulado de la cuenta (descontando la prima para el seguro de beneficios de supervivientes) en una anualidad indexada a un precio o un retiro programado. Las tasas de anualidad consideran una esperanza de vida en aumento y son específicas del sexo.

El pensionista, que opta por la alternativa de retiros programados, puede comprar una renta vitalicia en cualquier momento si el valor de la renta vitalicia mensual es mayor que la pensión garantizada.

**Pensión mínima**

En el momento de la jubilación, si un trabajador tiene 65 años y ha contribuido durante al menos 1.250 semanas (alrededor de 24 años) en el sector privado, pero los activos acumulados en su cuenta individual no son suficientes para comprar una anualidad equivalente a la pensión mínima, tienen derecho a esa pensión mínima. Esta pensión garantizada se paga al principio con el saldo existente en la cuenta individual, y cuando este saldo se agota, la pensión se financia con cargo al presupuesto federal.

La pensión mínima (garantizada) equivale a 33.180,36 MXN anuales (diciembre de 2016) y está indexada a la inflación cada año.

**Declaración negativa – Negativa de pensión**

Al momento de la jubilación, si el individuo ha contribuido menos de 1.250 semanas, no tiene derecho a una pensión y recibe una declaración negativa de “negativa de pensión”. Luego, obtienen una suma global de los recursos acumulados en sus cuentas individuales.

**Medios no contributivos probados pensión de vejez o red de seguridad 65+**

La pensión de vejez llamada 65+ está dirigida a todas las personas que han alcanzado la edad de 65 años y no tiene una pensión de un instituto de seguridad social. La cantidad mensual pagada a cada beneficiario es de 580 MXN.

**Variantes****Jubilación anticipada:**

La jubilación anticipada es posible desde los 60 hasta los 64 años para hombres y mujeres si el trabajador no está empleado y se han realizado al menos 1.250 contribuciones semanales.

Los miembros pueden jubilarse a cualquier edad antes de los 60 años si el saldo acumulado en su cuenta individual les permite comprar una renta vitalicia que sea al menos un 30 % más alta que la pensión mínima garantizada (de cada sector). En este caso, el trabajador todavíaa tiene que completar las 1.250 semanas de contribuciones.

**Jubilación tardía:**

No es obligatorio jubilarse a los 65 años. Es posible diferir la pensión después de los 65 años.

**Desempleo:**

Cuando un trabajador está desempleado, tendrá derecho a retirar algo de dinero de su subcuenta de jubilación/vejez una vez cada cinco años.

Los miembros desempleados pueden retirar la cantidad mínima entre 90 días de su salario promedio durante las últimas 250 semanas en las que pagaron contribuciones o el 11.5 % del saldo de su subcuenta de jubilación/vejez. Este beneficio puede distribuirse en un máximo de seis cuotas mensuales. Los miembros desempleados cuyas cuentas individuales se abrieron al menos tres años antes de la licencia de desempleo y hayan pagado al menos dos años de cotizaciones pueden retirar, en una sola cuota, hasta 30 días de su salario con un límite de diez salarios mínimos mensuales.

### 3.2.14. • China

El sistema de pensiones de China es un tema importante para cualquiera interesado en el desarrollo a largo plazo de la segunda economía más grande del mundo. En el centro del problema hay una pregunta simple: ¿puede crear China la infraestructura financiera necesaria para atender a una población que envejece rápidamente?

#### Sistema de Pensiones en 2017:

China tiene un sistema de pensiones de dos niveles, que consiste en una pensión básica y una contribución obligatoria del empleado a un plan de segundo nivel. Este sistema, que se introdujo en 1998, fue revisado significativamente en 2006. Cubre a los trabajadores urbanos y muchos de los parámetros dependen de los ingresos promedio de toda la provincia (en lugar de los nacionales).

#### Indicadores clave: CHINA

		China	OECD
Salario medio trabajador	CNY	62.029	254.329
	USD	8.932	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	—	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	76.5	80.9
	A los 65	16.1	19.7
Población mayor de 65	% población en edad laboral	14.5	27.9

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635104>

#### Condiciones de cualificación

La edad normal de jubilación es de 60 años para los hombres, 50 años para las mujeres de cuello azul y 55 años para las mujeres de cuello blanco.

#### Cálculo del beneficio

##### Básico:

La pensión básica paga el 1 % del promedio del salario individual indexado y el ingreso medio de toda la provincia por cada año de cobertura, sujeto a un mínimo de 15 años de contribuciones. La pensión está indexada a una combinación de salarios y precios, que ha sido de alrededor del 10 % en los últimos años. La modelización supone una indexación del 50 % de los salarios.

##### Contribución definida (cuentas financiadas o nocionales):

El sistema de segundo nivel comprende cuentas individuales. Además de las provincias del noreste (*Liaoning, Jilin y Heilongjiang*), otras ocho han financiado sistemas de cuentas individuales. En otros casos, las cuentas son, en gran parte, nocionales y se acreditan con una tasa de interés nocional.

Los empleados pagan el 8 % de los salarios al sistema de cuenta individual. El saldo acumulado en el fondo o cuenta nocional se convierte en una corriente de pagos de pensiones en el momento de la jubilación dividiendo el saldo por un factor de anualidad determinado por el gobierno, dependiendo de la edad de jubilación individual y la expectativa media nacional de vida.

#### Variantes

##### Jubilación anticipada:

Es posible reclamar un beneficio de pensión a partir de los 55 años para los hombres y de 50 años para las mujeres si el individuo realiza trabajos físicos en ciertas industrias o puestos.

##### Jubilación tardía:

Es posible diferir los pagos de las pensiones hasta después de la edad normal de jubilación, pero el beneficio de la pensión no se cuantifica.



### 3.2.15. • Japón

El desarrollo demográfico de Japón es un gran desafío. El país tiene una de las poblaciones de envejecimiento más rápido del mundo. De hecho, muchos observadores consideran que el país es la sociedad más antigua del mundo, incluso ahora. La tasa actual de dependencia de la tercera edad es del 30 % y empeorará al 74 % en 2050. Durante el mismo período, la población de Japón disminuirá de 128 millones a 102 millones. La tasa de fertilidad de 1.26 niños por mujer se encuentra considerablemente por debajo de la tasa de 2.1 que se necesita para mantener a la población. Al mismo tiempo, la esperanza de vida de Japón se encuentra entre las más altas del mundo.

El Sistema Nacional de Pensiones se introdujo en 1959 y es obligatorio para todos los residentes de entre 20 y 59 años de edad. Sin embargo, en los últimos años, el sistema de pensiones japonés ha experimentado varias reformas en los pilares de pensiones públicas y ocupacionales.

En 2004, las pensiones públicas fueron objeto de una gran reforma. Se introdujo el ajuste automático de los niveles de beneficios para permitir que el sistema de pensiones se adaptase de manera flexible al cambio demográfico y económico. En el campo de las pensiones ocupacionales, los nuevos planes corporativos del tipo de beneficio definido o contribución definida se introdujeron anteriormente.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

El sistema público de pensiones japonés tiene dos niveles: un plan básico de tarifa plana y un plan relacionado con los ingresos (plan de pensiones de los empleados).

#### Indicadores clave: JAPÓN

		Japón	OECD
Salario medio trabajador	JPY (millones)	5.11	4.28
	USD	43.692	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	10.2	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	84.0	80.9
	A los 65	22	19.7
Población mayor de 65	% población	46.2	27.9
	en edad laboral		

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635674>

#### Condiciones de elegibilidad

La edad básica de pensión de vejez es de 65 años con un mínimo de 25 años de cotización. A partir del 1 de agosto de 2017, la prestación básica de pensión de vejez requiere un mínimo de diez años de cotización. Una pensión básica completa requiere 40 años de cotizaciones y los beneficios se ajustan proporcionalmente para períodos de cotización más cortos o más largos.

La pensión de los empleados se paga a partir de los 65 años. La pensión de los empleados se paga además de la pensión básica con una contribución mínima equivalente a un mes, siempre que el pensionado tenga derecho a la pensión básica. Actualmente se está eliminando progresivamente un beneficio de pensión para empleados "especialmente provisto" y la edad de jubilación para este beneficio se está incrementando gradualmente. Para el componente de tarifa plana, la edad de jubilación está aumentando de 60 a 65 años. La edad de jubilación relacionada con los ingresos también está incrementando de 60 a 65 años entre 2013 y 2025 para los hombres y entre 2018 y 2030 para las mujeres.

#### Cálculo del beneficio

##### Básico:

El beneficio anual completo de pensión básica para 2016 fue igual a 780.100 JPY. En principio, la pensión básica está indexada a los salarios netos hasta que el pensionista alcance los 67 años y a partir de los 68 años, se indexa a la inflación.

##### Ganancias relacionadas:

El beneficio de pensión relacionado con los ingresos se ajusta según la remuneración y la duración de las contribuciones. Existe un límite a las contribuciones de 620.000 JPY por mes.



Hasta 2025, una pensión “especialmente proporcionada” para empleados, está parcialmente disponible para personas entre 60 y 64 años de edad. La pensión de estos empleados “especialmente provistos” tiene un componente de tasa fija e ingresos. El beneficio de tarifa plana depende del año de nacimiento.

**Asistencia social:**

Existe un sistema de asistencia social que todos los ciudadanos, incluidos los ancianos, pueden recibir de manera indiscriminada e igualitaria. La asistencia social garantiza un nivel de vida mínimo para aquellos que todavía lo necesitan, incluso si pueden utilizar activos y capacidades disponibles, incluidos otros beneficios de la seguridad social, como las pensiones. La cantidad anual del estándar mínimo para un residente de 60 a 69 años en Tokio en 2016 es de 970.380 JPY por persona. Este es el monto del costo de vida que excluye asistencia de vivienda, asistencia médica y otros beneficios.

**Contracting out:**

Los empleadores que tienen al menos 1.000 empleados pueden “subcontratar” el plan relacionado con las ganancias si cubren a sus propios empleados. Alrededor del 6% de los empleados participan en estos esquemas. La contratación externa requiere que los empleadores ofrezcan al menos el 150% de los beneficios que el plan público relacionado con las ganancias hubiera proporcionado. El cálculo de la pensión requerida para la subcontratación se basa en las ganancias nominales promedio de por vida. La indexación de las pensiones en el pago y la valorización de las ganancias pasadas es financiada por el gobierno.

El gobierno determina la tasa de contribución en los esquemas contratados según la estructura de edades de los empleados cubiertos y una hipótesis actuarial. Desde 2005, la tasa oscila entre el 2,4% y el 5% de la remuneración total.

Desde 2001, el gobierno ha estado promoviendo planes de pensiones de aportación definida y planes de pensiones de beneficios definidos para reemplazar los regímenes de pensiones relacionados con los ingresos.

**Pensiones voluntarias privadas:**

Hay una pensión voluntaria adicional que se supone que es un beneficio definido. La tasa de contribución supuesta es 5.06% y esto da una acumulación anual de 0.5144%, basada en los datos de la encuesta.

**Variantes****Jubilación anticipada:**

La jubilación anticipada con un beneficio reducido es posible tanto en los esquemas básicos como en los relacionados con los ingresos. El beneficio se reduce en un 0.5% por mes de jubilación anticipada, es decir, un 6% por año. Las personas pueden reclamar el componente de tarifa plana de la pensión de los empleados entre 60 y 65 años. La pensión en pago se indexa a las ganancias netas hasta que el pensionista alcance los 67 años y el precio indexado después de los 68 años.

**Jubilación tardía:**

Es posible la jubilación tardía y el diferimiento aumenta el beneficio de pensión en un 0.7% por mes, es decir, 8.4% por año. Los derechos de pensión continúan acumulándose cada año de contribución.

Desde 2004 es posible combinar el trabajo y el recibo de pensión después de los 65 años, siempre que el ingreso total (de ganancias y pensiones) no superen los 470.000 JPY. Por encima de este límite, la mitad del exceso se reducirá de la pensión completa relacionada con los ingresos, pero la pensión básica se pagará en su totalidad. Los trabajadores mayores de 70 años no necesitan pagar contribuciones.

**Cuidado infantil:**

Los períodos fuera del trabajo remunerado para el cuidado de niños se acreditan en el esquema de ingresos hasta tres años por cada hijo y hasta que el último hijo cumpla tres. Durante estos períodos, las contribuciones se consideran hechas en las últimas ganancias antes del período de cuidado infantil.

En el caso del trabajo a tiempo parcial, la contribución se basará en las ganancias actuales, pero los beneficios

de la pensión se calcularán en función de sus ganancias anteriores. La licencia de maternidad está exenta de las primas del seguro social.

#### Desempleo:

Los desempleados, o individuos cuyos ingresos están por debajo de cierto nivel, no necesitan contribuir al plan relacionado con las ganancias; sin embargo, necesitan contribuir al esquema básico. Los desempleados pueden estar exentos de pagar la totalidad, tres cuartos, la mitad o una cuarta parte de las contribuciones, dependiendo del nivel de ingresos del hogar. Una persona soltera con un ingreso del año anterior inferior a 570.000 JPY está exento del pago de cualquier contribución. Las personas con ingresos inferiores a 780.000 JPY tienen derecho a una cuarta parte de las contribuciones, aquellas con ingresos inferiores a 1.410.000 JPY pagan la mitad y aquellas con ingresos inferiores a 1.580.000 JPY pagan las tres cuartas partes de las contribuciones.

Para los períodos de exención total, las personas tienen derecho a la mitad de la pensión básica y para el período con una cuarta parte de la contribución a cinco octavos de la pensión básica. Para los períodos con una contribución de la mitad, las personas obtienen tres cuartas partes de la pensión básica y para el período con las tres cuartas partes de la contribución se acreditan siete octavos de la pensión básica. El período exento se cuenta como un período de contribución total al evaluar las condiciones de calificación. Es posible compensar las contribuciones hasta 10 años después para recibir una pensión más alta después de la jubilación.

### 3.2.16. • India

La India será testigo de desarrollos demográficos notablemente diferentes y mucho más positivos que la mayoría de otros países asiáticos. La tasa de fertilidad actual es de 2.8 niños por mujer, significativamente por encima de la tasa de reproducción natural de 2.1. Con una edad media de aproximadamente 24 años, la población actual es muy joven. La disminución de la población no es un problema en La India, ya que se espera que la población del país crezca de 1.16 mil millones a 1.66 mil millones en 2050. Sin embargo, ésta envejecerá, aunque a un ritmo moderado. La tasa de dependencia de la vejez aumentará del 8 % actual al 21 % en 2050.

#### Sistema de Pensiones en 2017:

Los trabajadores están cubiertos por el plan de pensiones para empleados relacionado con las ganancias y el fondo de previsión para empleados de contribución definida administrado por la Organización de Fondos de Previsión para Empleados (EFPO) y otros fondos administrados por el empleador. Los empleados civiles del gobierno central que se han unido a los servicios a partir del 1 de enero de 2004 están cubiertos por el nuevo sistema de pensiones basado en contribuciones definidas (NPS).

#### Indicadores clave: INDIA

		India	OECD
Salario medio trabajador	INR	99.349	2.489.090
	USD	1.462	36.622
Gasto público en pensiones	% PIB	—	8.2
Esperanza de vida (años)	Al nacer	69.0	80.9
	A los 65	14.6	19.7
Población mayor de 65	% población en edad laboral	10.0	27.9

En: Statlink <http://dx.doi.org/10.1787/888933635484>

#### Condiciones de elegibilidad

La edad normal de jubilación para los beneficios de pensión relacionados con los ingresos del Plan de Pensiones de los Empleados, es de 58 años con un mínimo de diez años de contribuciones. La edad de jubilación para el plan del Fondo de Previsión de los Empleados es de 55 años.

Alrededor del 12 % de la fuerza de trabajo (aproximadamente 58 millones de personas) están cubiertos por diversos sistemas de pensiones de acuerdo con el censo de 2011. Las personas cubiertas pertenecen

a sectores organizados y son empleadas por el gobierno, empresas del gobierno, empresas del sector público y privado, que obligatoriamente están cubiertas por la Organización del Fondo de Previsión del Empleado (EFPO). El 88 % restante de la fuerza laboral está principalmente ocupado en el sector no organizado (trabajadores por cuenta propia, jornaleros, agricultores, etc.), pero no están necesariamente cubiertos por el EFPO. Para este porcentaje de la fuerza de trabajo, el Fondo de Previsión Pública (FPP) y los Planes de Ahorro de Correo han sido tradicionalmente los principales instrumentos de ahorro a largo plazo, pero estos solo han atendido a una parte relativamente pequeña de esta población.

#### Cálculo del beneficio

##### **Esquemas de fondos de previsión para empleados (EPF):**

Para los empleados con salarios básicos inferiores o iguales a 15.000 INR al mes, el empleado contribuye con el 12 % del salario mensual y el empleador contribuye con el 3,67 %. Este 15,67 % combinado se acumula como una suma global.

Para los empleados con salarios básicos superiores a 15.000 INR al mes, el empleado contribuye con el 12 % del salario mensual y el empleador también contribuye con el 12 %. Este 24 % combinado se acumula como una suma global.

No hay anualidades y se pagan acumulaciones completas después de cumplir los 55 años de edad. Para la comparación con otros países, a los fines de la tasa de reemplazo, la pensión se muestra como una renta vitalicia indexada según las tasas de mortalidad específicas por sexo.

##### **Plan del pensiones de los empleados (EPS):**

A partir de septiembre de 2014, los nuevos miembros con un salario básico superior a 15.000 INR por mes ya no tienen la opción de contribuir al EPS. Los participantes actuales que hasta ahora han cotizado por encima del salario inicial 6.500 INR tienen la opción de continuar contribuyendo por encima del aumento salarial máximo de 15.000 INR, pero también tendrían que contribuir con la subvención del gobierno del 1,16 % sobre la cantidad excedente.

Para los suscriptores actuales y nuevos que están dentro del nuevo límite salarial básico de 15.000 INR, el empleador contribuye con una cantidad igual al 8,33 % del salario básico al fondo EPS y el Gobierno Central contribuye con un subsidio del 1,16 % del salario. Esta acumulación se utiliza para pagar diversos beneficios de pensión al momento de la jubilación o terminación anticipada. El tipo de pensión que recibe un miembro del plan depende de la edad a la que se jubile y la cantidad de años de servicio elegible.

$$\text{Pensión mensual} = (\text{salario pensionable} \times \text{servicio pensionable}) / 70$$

El salario pensionable se calculará sobre el salario mensual promedio para el período de cotización de los últimos 60 meses (en comparación con 12 meses antes) anterior a la fecha de salida de la membresía.

*La tasa de reemplazo máxima posible es aproximadamente del 50 %.*

Con efecto a partir de septiembre de 2014, se ha otorgado un nivel mínimo de pensión de 1.000 INR por mes en el marco del plan.

#### Variantes

##### **Jubilación anticipada:**

El EPS puede reclamarse a partir de los 50 años con diez años de contribución y los beneficios se reducen en un 3 % por año de jubilación anticipada. Si un miembro deja su trabajo antes de prestar al menos diez años de servicio, tiene derecho a un beneficio de retiro. La cantidad que puede retirar es una proporción de su salario mensual a la fecha de salida del empleo. Esta proporción depende de la cantidad de años de servicios

cualificados que ha prestado. No se paga ninguna pensión en los casos en que hay una interrupción en el servicio antes de los diez años.

En el caso de EPF, hay múltiples escenarios, que permiten el acceso temprano a la acumulación. Los retiros parciales se refieren al matrimonio, anticipo de vivienda, financiación de pólizas de seguro de vida, enfermedad de miembros / miembros de la familia, también están permitidos los retiros un año antes de la jubilación, etc. Además de varios retiros parciales permitidos, los empleados pueden cerrar su cuenta y retirar todo el grueso en caso de cambiar de un empleador a otro o si deciden jubilarse antes.

#### Jubilación tardía:

No es posible retrasar la solicitud de la pensión después de la edad normal de jubilación.

### 3.3. Sostenibilidad y reformas de los sistemas de pensiones internacionales

Nuestro país no es el único que ha tenido que replantearse la sostenibilidad de su sistema de pensiones. De un modo global, en una sociedad cada vez más envejecida, donde el nacimiento de jóvenes se antoja insuficiente para mantener un sistema basado en la solidaridad entre generaciones, los problemas de sostenibilidad se extienden a la mayoría de los países desarrollados. Hace una década aproximadamente, se extendía *el temor de que si no se efectuaban reformas, en 2030 el gasto de los sistemas públicos de pensiones alcanzará en algunos estados miembro de la UE entre el 15 % y el 20 % del PIB* (Lorenzo Carrascosa, 2009, [7]). Pues bien, el temor se ha hecho real. En la siguiente tabla se puede observar el porcentaje que representa el gasto en pensiones públicas sobre el PIB de algunos países de la UE, así como las proyecciones hasta el año 2060, confirmandose ese temor:

CUADRO 3.3: Gastos en pensiones públicas (% del PIB)

País	2005	2010	2015	2020	2030	2040	2050	2060	Dif. Máx.
Bélgica	10,8	11,7	12,7	13,1	15,5	16,5	16,7	16,6	+5,8
Dinamarca	10,7	10,1	10,4	10,8	10,7	10,3	9,6	9,5	-1,2
Finlandia	10,7	12	12,8	14	15,6	15,2	14,9	15,2	+4,9
Francia	13,0	14,6	14,4	14,4	14,9	15,2	15,1	15,1	+2,2
Alemania	10,9	10,8	10,5	10,9	12,0	12,7	13,0	13,4	+2,5
Italia	14,1	15,3	14,9	14,5	14,5	15,6	15,7	14,4	+1,6
Portugal	12,0	12,5	13,3	13,5	13,2	13,1	13,1	12,7	+1,5
España	8,8	10,1	10,4	10,6	10,6	12,3	14,0	13,7	+5,2
Suecia	11,5	9,6	9,7	9,6	10,1	10,2	9,9	10,2	-1,9
Reino Unido	7,4	7,7	7,4	7,0	7,7	8,2	8,2	9,2	+1,8

Notas: Proyectados a partir de 2020. La diferencia máxima se refiere al mayor cambio entre el año 2005 y cualquier otro año y no para el intervalo total entre el año 2005 y el 2060.

(Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat)

Como hemos visto en punto anterior, en todos los países analizados se han ido introduciendo reformas en sus sistemas de reparto (retraso en la edad de jubilación, más años para calcular el importe de la pensión, nuevos estímulos e incentivos en la capitalización del sistema de pensiones, etc...). La mayoría, como hemos comprobado ha iniciado un proceso para posponer, de forma progresiva, la jubilación y adaptarla así a la mayor esperanza de vida (aumentando el período de años que se tienen en cuenta para el cálculo de la pensión inicial, llegando algunos incluso a toda la vida laboral para incrementar la proporcionalidad entre lo aportado al sistema y lo recibido en forma de pensiones), otros han endurecido el acceso a la jubilación anticipada o han incentivado el trabajo más allá de la edad legal de jubilación (Azpeitia Rodríguez, 2013 [8]).

Un cambio relevante también, consiste en el paso a un sistema de cuentas nocionales (medida adoptada en Suecia, Italia o Polonia). En este caso las pensiones se calculan según el saldo acumulado en la cuenta nocional de cada individuo teniendo en cuenta todas las cotizaciones realizadas a lo largo de toda la vida laboral. En

la UE el caso de Suecia es el más exitoso en este sentido, pues en 1998 el país escandinavo puso en marcha una reforma estructural de su sistema público de pensiones que entró en vigor en 2001 con el fin de crear un sistema más justo, transparente y sostenible y en el que básicamente cada trabajador tiene una “cuenta individual” (cuentas nocionales) en la que se anotan las contribuciones realizadas tanto por el trabajador como por la empresa. El saldo de esa cuenta nocional representa el derecho acumulado de pensión futura. Anualmente, los trabajadores suecos reciben el denominado “*Sobre Naranja*”, en el que se les informa del saldo acumulado en su cuenta.

Bajo el nuevo sistema, la pensión se calcula con las contribuciones realizadas desde los 16 años y durante toda la vida laboral. El derecho a solicitar las pensiones contributivas comienza a los 61 años y no existe límite máximo para la edad de jubilación. La pensión no contributiva es solo exigible a partir de los 65 años. El modelo cuenta con tres tipos de pensión: dos contributivas y una no contributiva para trabajadores sin ingresos o con ingresos bajos.

Casi veinte años después de su implantación el objetivo que se perseguía era dotar al sistema de estabilidad financiera, en este sentido, las proyecciones realizadas en diferentes estudios estiman que la implementación de los instrumentos de ajuste introducidos, permitirá a Suecia mantener en el futuro el gasto público en pensiones en niveles no muy superiores al 10 % del producto interior bruto (9,9 % en 2050, 10,2 % en 2060).

Las reformas parciales llevadas a cabo en los últimos años se basan en la modificación y revisión de los principales parámetros que rigen el funcionamiento de los sistemas públicos de pensiones, es lo que se conoce como «reformas paramétricas». Cuyo objetivo es aumentar la sostenibilidad y estabilidad financiera de dichos sistemas en el medio y largo plazo.

Como hemos mencionado anteriormente, uno de los parámetros modificados por la mayoría de países de nuestro entorno es la edad de jubilación. La mayoría de los países ha iniciado un proceso para retrasar de forma progresiva la edad legal de la misma, proceso que junto a las medidas adoptadas para dificultar la jubilación anticipada buscan retrasar la edad efectiva de jubilación, que siempre es inferior a la edad legal de jubilación, e incentivar el trabajar más años. Con las reformas actualmente planteadas en los principales países desarrollados, la edad de jubilación media del conjunto de los países de la OCDE pasaría de los 63,8 años en el año 2010 a los 65,5 años en 2050, es decir un retraso medio de casi 2 años. Entre los países que han ido más lejos en el retraso de la edad de jubilación podemos destacar a Reino Unido e Irlanda que para el año 2050 la han fijado en 68 años. Por el contrario, son pocos los países que aún mantienen la edad de jubilación por debajo de los 65 años, en concreto Francia, Bélgica y la República Eslovaca.

Con respecto a esto, hace varios años, en el informe de síntesis destinado al Consejo Europeo de primavera de 2004 (Comisión Europea, 2004, [9]), la Comisión incluye el envejecimiento activo entre los tres ámbitos prioritarios en los que es necesario actuar con rapidez para *coronar la estrategia de Lisboa*. En dicha estrategia, la UE se fijó dos objetivos como parte integrante de la *estrategia europea de empleo*: uno, que para 2010, la mita de la población de entre 55 y 64 años debía estar empleada y que para ese mismo año, “*deberá intentar elevarse progresivamente en torno a 5 años la edad media efectiva a la que las personas dejan de trabajar en la Unión Europea*”. Posteriormente, en la Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo (2006), [10], propone “*aumentar las tasas de empleo y mejorar el nivel de salud de la población*”, para ello insta a los gobiernos a promover el crecimiento, la creación de empleo y el acceso al mismo mediante una mayor transparencia del mercado y aumentar la inversión en capital humano (Resolución del Parlamento Europeo de 20.11.2008 [11]).

Esto tiene una repercusión directa en la capacidad para apoyar el crecimiento económico a largo plazo, porque, a menos que puedan lograrse tasas de empleo superiores al objetivo general del 70 % y mejore mucho la productividad, el crecimiento del PIB per capita en la UE se ralentizará significativamente entre 2010 y 2030, de hecho, hasta 2018 ha evolucionado como sigue:

En €	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PIB per cápita	28.900	29.500	29.500	29.700	30.200	31.100	31.800	32.900	33.900
Variación Anual		2.1 %	0 %	0.7 %	1.7 %	3.0 %	2.3 %	3.5 %	3.0 %

CUADRO 3.4: Evolución del PIB per cápita en la UE

Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/pib/zona-euro>

Sin embargo, tal y como señalan Begg y Ten Brinke (2018) [12], podrían surgir complicaciones por dos motivos: el primer motivo es durante la transición, en especial entre un segmento de la población activa que quizás no vea justo tener que pagar dos veces, por un lado para sufragar las pensiones actuales y por otro al tiempo que pospone la suya propia; el segundo motivo es que puede aparecer un problema de género si se pide a las mujeres que se adecúen a la más elevada edad masculina.

Pero la edad de jubilación no es el único parámetro que ha sido objeto de revisión. Una de las reformas más comunes es el aumento del número de años necesario para tener derecho a una pensión completa, en España la última reforma sitúa ese límite en los 37 años de cotización, mientras que otros países han llegado hasta los 40 años, o incluso a los 43 años como acaba de proponer Francia. Como señala Martínez-Aldama, (2013) [13], *“al ampliar los años de cotización considerados en el cálculo de la pensión se incrementa el componente interno de justicia del sistema, ya que se refuerza la relación entre el conjunto de aportaciones realizadas al sistema y las pensiones recibidas”*.

Un parámetro de especial relevancia por su impacto en la sostenibilidad de los sistemas de pensiones es la introducción de factores de sostenibilidad basados en la evolución de la esperanza de vida, que países como Dinamarca, Suecia, Italia, Francia, Portugal, Finlandia, Grecia y Holanda ya han incorporado o tienen previsto incorporar en sus sistemas.

De igual forma, son varios los países que han decidido modificar la indexación de la revisión de las pensiones de jubilación, eliminando en muchos casos su vinculación a la inflación, para ligarla evolución de las pensiones a un índice que refleje la evolución de la economía en cada momento.

Otro factor importante que contribuye a la sostenibilidad de nuestro sistema y sobre el que habría que reconsiderar ciertas políticas hasta ahora aplicadas es, como señalan Espínola, (2010), [14] y Ramos Llanos (2011) [15], la inmigración, que aunque no es la solución por sí sola, ha ayudado al aumento de ingresos en los últimos años y una política regulatoria de este fenómeno, convenientemente llevada a cabo para no generar tensiones tanto a nivel social como a nivel laboral, puede fomentar la cualificación e integración de los inmigrantes.

### 3.4. Conclusiones del capítulo

Es evidente que los desafíos demográficos de Europa pondrán a prueba la capacidad de respuesta de los sistemas políticos y ello representa, además, retos económicos, políticos y sociales en los que existen soluciones posibles. Sin embargo, lo que realmente hace falta es un gran pacto entre los diferentes agentes de la sociedad y sobre todo, capacidad política para llevarlo a cabo. Los gobiernos, como garantes del *estado de bienestar* deben enfrentarse a muchos dilemas políticos y deben huir de populismos efectistas que buscan la consecución de votos a corto plazo mientras posponen la adopción de medidas y reformas urgentes que hagan financieramente sostenibles, a medio y largo plazo, los sistemas de pensiones. Las reformas que la actual situación demográfica plantea vuelve a poner de moda el debate sobre el cambio o no del actual modelo de pensiones en lo referente a su sistema de financiación. La utilización de los mecanismos privados de previsión como complemento de las pensiones públicas vuelve a cobrar protagonismo como forma de mantener el nivel de ingresos alcanzado en la situación de activo (Monereo Pérez y Fernández Bernat ,2011 [16]).



La financiación de todo sistema de pensiones plantea tensiones entre las dos opciones con las que se ha venido abordando dicha cuestión: el método de reparto o el método de capitalización (Barr, 1993 [17]). Durante los últimos años se han discutido las ventajas e inconvenientes de uno y otro sistema. De este modo, uno de los argumentos a favor de la capitalización es que *se enfrenta mejor al impacto demográfico ya que es insensible a la reducción del número de cotizantes por pensionista*; es decir, las pensiones que se percibirán por los futuros pensionistas no dependen de las aportaciones de las generaciones más jóvenes sino de los fondos que ellos mismos (los pensionistas) hayan generado durante su etapa activa. En cambio, en el sistema de reparto, el trabajador cotiza para pagar las pensiones de la generación anterior, de modo que las cantidades aportadas por las personas activas determinan las pensiones actuales. Por lo tanto, en el contexto actual de incremento en la esperanza de vida y bajas tasas de natalidad, el sistema de reparto se tenga que enfrentar a un incremento considerable del gasto en pensiones a través del aumento en las cotizaciones o la disminución de las prestaciones, para, así, dotar de equilibrio financiero al sistema.

Sin embargo, a juicio de Monereo Pérez y Fernández Bernat, las pensiones capitalizadas se enfrentan de igual modo al problema del envejecimiento de la población, ya que no deja de ser otro “*mecanismo para transferir renta desde la población laboral activa hacia la población pasiva*”, así, ambos métodos se verán afectados por un debilitamiento de la tasa de crecimiento económico, lo que supondrá, “*una menor cantidad de renta a distribuir y menores pensiones bajo cualquier sistema*”, (Serrano Pérez y otros, 2004 [18]). No obstante, ‘atacar’ el problema demográfico, como sugiere Vázquez Mariscal, 2004 [19], pasa por aumentar los índices de natalidad, pues no se trata tanto de una cuestión de mayor longevidad como de bajas tasas de nacimientos.

Como hemos visto, no existe una única medida que asegure la sostenibilidad del sistema de pensiones; tampoco hay una solución global que aplicada de forma estándar solucione el problema; se trata de adoptar un conjunto de medidas complementarias entre sí en el que el intercambio de experiencias con otros países y el estudio de otros mecanismos que han funcionado, puede ser de gran ayuda, siendo elementos clave el potenciar el crecimiento y acelerar el empleo y la productividad como medidas asociativas, por lo que el ‘envejecimiento activo’ debe ser un elemento clave de esta asociación. Si el siglo XX ha sido el siglo de la pensión de jubilación, el siglo XXI se atisba como el de los servicios y asistencia sociales a la tercera edad donde la actuación de los poderes públicos en cuanto a protección social y garantía del bienestar de la tercera edad se configura como necesaria, siendo fundamental la movilización de las coaliciones necesarias para introducir las medidas de reforma óptimas.



## Referencias bibliográficas

- [1] Jimeno, J. F.: **‘El Sistema de Pensiones Contributivas en España: Cuestiones Básicas y Perspectivas en el Medio Plazo’**, CREI - Jornada sobre “Nuevas Fronteras de la Política Económica”, págs.: 51, (septiembre, 2000).
- [2] Pérez Forniés, C.: **“La Seguridad Social Española. Los Problemas de los Sistemas de Pensiones”**, *Acciones e Investigaciones Sociales*, 6, págs.: 17, (1997).
- [3] Gruber, J. y Wise, D.: **“Social Security and Retirement Around The World”**, NBER, *The University Chicago Press*, 1era ed., (1998).
- [5] VV.AA.: **“Un Nuevo Modelo Europeo de Seguridad Social. El proyecto de Código de Lovaina”**, Instituto de Estudios de Sanidad y Seguridad Social, (1978)
- [5] — **“Melbourne Mercer Global Pension Index”**, Australian Center for Financial Studies, (2017). Disponible en: <http://www.globalpensionindex.com>.
- [6] — **“Pensions At A Glance 2017: OECD and G20 Indicators”**, OECD Publishing, París, (2017). Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1787/pension\\_glance-2017-en](http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2017-en).
- [7] Lorenzo Carrascosa, L.: **“Consecuencias del Envejecimiento de la Población: El Futuro de las Pensiones”**. (2009). Consulta on-line en: [http://www.ine.es/daco/daco42/sociales/infosoc\\_envej.pdf](http://www.ine.es/daco/daco42/sociales/infosoc_envej.pdf).
- [8] Azpeitia Rodríguez, F.: **“El Futuro de las Pensiones Públicas en los Países Avanzados”**, en *Pensiones: Una Reforma Medular. Reinventar la Seguridad Social para Impulsar el Bienestar y el Crecimiento*. Fundación de Estudios Financieros, (2013).
- [9] – **“Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Aumentar el Empleo de los Trabajadores de más Edad y Retrasar su Salida del Mercado de Trabajo”**, (2004). Consulta on-line en: [http://www.mitramiss.gob.es/es/publica/pub\\_electronicas/destacadas/revista/numeros/51/Doc01.pdf](http://www.mitramiss.gob.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/revista/numeros/51/Doc01.pdf).
- [10] – **“Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo: Sostenibilidad a Largo Plazo de las Finanzas Públicas en la UE”**. Bruselas, 12.10.2006. COM(2006) 574.
- [11] – **“Sobre el Futuro de los Sistemas de Seguridad Social y de Pensiones: Financiación y Tendencia a la Individualización”**, *Resolución del Parlamento Europeo de 20 de noviembre de 2008*.
- [12] Begg, I. y Ten Brinke, L.: **“Economic Policy Challenges of an Ageing Europe”**, en *Vanguardia Dossier*, nº 69, (2018).
- [13] Martínez-Aldama Hervás, Á.: **“Sistemas de Pensiones: Experiencia Internacional”**, en *Pensiones: Una Reforma Medular. Reinventar la Seguridad Social para Impulsar el Bienestar y el Crecimiento*., Fundación de Estudios Financieros, (2013).
- [14] Espínola, J. R.: **“Desafíos y Estrategias de la Unión Europea”**, Ed. LID y Universidad Pontificia de Comillas, (2010).
- [15] Ramos Llanos, A. J.: **“Viabilidad Financiera y Reformas de los Sistemas de Pensiones en la Unión Europea”**, *Revista de Estudios Empresariales*. Segunda Época, nº 2, págs. 29-56, (2011).
- [16] Monereo Pérez, J. L. y Fernández Bernat, J. A.: **“La Edad en los Sistemas de Previsión Privada”**, Coordinadores: José Luis Monereo Pérez y Juan Antonio Maldonado Molina, *La Edad de Jubilación*, Colección

Trabajo y Seguridad Social. Ed. Comares (Granada, 2011).

[17] Barr, N.: **“The Economics of Welfare State”**, Standford University Press, (1993).

[18] Serrano Pérez, F., García Díaz, M. A. y Bravo Fernández, C.: **“El Sistema Español de Pensiones”**, Ed. Ariel, Barcelona, (2004).

[19] Vázquez Mariscal, A.: **“Las Reformas de los Sistemas de Pensiones en Europa”**, *Revista del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales*, nº 54, (2004).



## Capítulo 4

# Aspectos Técnicos de los Sistemas de Pensiones: un Enfoque Actuarial

*Everything not saved will be lost*  
Nintendo videogame “Quit Screen” message

### 4.1. Introducción

Ya señalábamos, en el capítulo anterior, el papel que han venido desempeñando los actuarios desde finales del siglo pasado y que ha cobrado mayor relevancia, si cabe, en los últimos años. Así, de este modo, las técnicas actuariales que se han desarrollado tratan de medir la incertidumbre del riesgo de longevidad, riesgo que, por otro lado y bajo el marco de *Solvencia II*<sup>1</sup> es un motivo de preocupación de instituciones y aseguradoras en tanto en cuanto se antoja necesario conocer la evolución futura de este riesgo y para mantener así un nivel de prudencia a la hora de calcular las provisiones o los niveles de capital requerido.

En concreto, el objeto de la estadística actuarial es el estudio y definición de los modelos de probabilidad correspondientes a los fenómenos actuariales (caracterizados estos por su aleatoriedad y por tener unas consecuencias cuantificables en términos financieros). Un ejemplo de esto sería el estudio de la biometría humana mediante la elaboración de tablas de supervivencia (Rifkin, 2009, [1]).

En este capítulo, el propósito es desarrollar, desde una óptica actuarial, ciertos aspectos técnicos y matemáticos de los sistemas de pensiones. Para ello, comenzamos definiendo algunos conceptos básicos de los planes de pensiones, para continuar enumerando los tipos de planes existentes. Posteriormente, se analiza el concepto de planes de aportación definida así como el de la anualidad de amortización del coste adicional y se plantea una estrategia inmunizadora en este tipo de planes. El siguiente punto señala el principal o principales riesgos en los planes de pensiones, que no son otros sino la mortalidad y la longevidad para pasar a calcular el balance actuarial de un plan. Finalmente, se propone un ejemplo de un plan de pensiones donde se pone en práctica todos los conceptos desarrollados en las secciones anteriores y se cierra con las conclusiones más relevantes.

### 4.2. Conceptos básicos de los planes de pensiones

1. **Plan de pensiones:** derecho de las personas integradas a percibir rentas de jubilación, supervivencia, orfandad o invalidez. Dichas rentas vienen dadas por  $R$  y cuyas obligaciones de contribuir vienen dadas por  $A = C$ .
2. **Fondo de pensiones:** patrimonio cuyo fin exclusivo es cumplir las obligaciones del plan y viene expresado por  $F(t)$ .
3. **Entidad gestora:** Sociedad Anónima, con autorización administrativa previa y requisitos de capital,... y aseguradoras de vida españolas, inscritas en el registro administrativo.
4. **Entidad depositaria:** banco o caja, custodia de los activos financieros del fondo.

---

<sup>1</sup>*Solvencia II* es el sistema para el cálculo de la solvencia aseguradora que entró en vigor en toda Europa el 1 de enero del 2016.

El colectivo está formado por  $N$  cabezas de distintas edades  $x$ . Algunos pueden haber alcanzado la edad de jubilación. El salario de una cabeza de edad  $x$  es  $W_x$  y paga una aportación  $A_x = t_x W_x$ , mientras está activo. Percibirá una renta vitalicia  $R_x$  diferida a su jubilación (fraccionada en  $m$  pagas), que dependerá de la edad  $x$  que tiene al ponerse en marcha el plan en  $t = 0$ .

Edad de jubilación  $x_r$ ,<sup>2</sup> Duración del plan:  $t \in [0; n]$

En el instante  $t = 0$ , los  $N$  partícipes tienen una distribución de la variable  $Edad = X$ , cuya función de frecuencias es conocida  $[n_x]$ , y cuya supervivencia depende de la tabla de mortalidad  $[I_x]$ , es decir, la probabilidad de supervivencia  $t$  años para una cabeza  $x$  es:

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x}$$

El **fondo acumulado** (de un partícipe) viene dado por la expresión:

$$F(t) = \sum_{h=x}^{t+x-1} (1+i)^{t+x-h} A_h$$

La distribución de la edad de los partícipes no tiene porque coincidir con la del colectivo sobre el que se dispone la tabla de supervivencia (aunque en los ejemplos se considera  $n_x = I_x$ , lo que equivale a considerar el colectivo dinámico, es decir, que se va renovando). Se supone el **colectivo estático**, es decir, los costes se van a estimar para los  $N$  partícipes (en realidad, para los supervivientes en cada instante).

Al ponerse en marcha el Plan, el coste del mismo durante toda su vida es el **Coste Actuarial Total**

$$CAT = CAT(0) = VAA \text{ (Prestaciones reconocidas)}$$

Estas prestaciones serán, en una primera aproximación, una renta vitalicia,  $R_x$ , para un partícipe de edad  $x$  en  $t = 0$ , diferida desde la jubilación. Más adelante, se considerarán otros decrementos (supervivencia, orfandad, invalidez,...), que darán origen a otras prestaciones (perpetuas o temporales).

En un colectivo estático, a medida que pasa el tiempo, las obligaciones futuras deben disminuir (si no se incorporan nuevos partícipes)  $CAT(0) > CAT(1) > CAT(2) > \dots$ , salvo que varíen condiciones exógenas (mortalidad, tipos de interés,...).

Este  $CAT(0)$  se puede desagregar en grupos de edad formados por  $I_x$  individuos, es decir en las prestaciones acreditadas para los beneficiarios de cada edad

$$CAT = \sum_x l_x CAT(0) = \sum_x CAT_x$$

Análogamente, se puede desagregar en instantes futuros,  $t$ .

La prestación  $R_x$  puede depender sólo de la **edad actual**  $x$  (en  $t = 0$ ), o de una edad anterior,  $x_e$ , o **edad de entrada** (por ejemplo, la edad que tenía el partícipe cuando empezó a trabajar). En el segundo caso, el  $CAT$  incluirá este **coste suplementario** o **adicional**,  $CA$ , además del **coste normal**,  $CN$ , devengado anualmente a partir de la puesta en marcha del Plan.

La financiación del Plan se realizará mediante unas cuotas anuales en  $t = 0, 1, \dots$  (cada partícipe realiza la **aportación o coste**  $A_x = C_x$ , que generalmente es un porcentaje  $t_x$  del salario  $W_x$ )

<sup>2</sup>Aunque en realidad y hasta hace poco, esta variable habría estado claramente definida en 65 años, hoy día parece improbable que la edad de jubilación se pueda mantener hasta esa edad y previsiblemente podría aumentar un par años.

## 4.3. Clases de planes

### 4.3.1. Según el promotor

- *Sistema de empleo*: promotor una empresa. Beneficiarios, sus empleados.
- *Sistema asociado*: promotor, un colectivo. Beneficiarios, sus miembros.
- *Sistema individual*: promotor, una entidad financiera. Beneficiario, persona que se adhiera.

### 4.3.2. Según las obligaciones estipuladas

⇒ **Aportación definida** ( $A_t$ ): es un plan meramente *financiero*, en el que se fija una aportación que el titular o el promotor del plan irá asumiendo de manera periódica. En esta modalidad de plan de pensiones no se estipulan las prestaciones futuras, es decir, en el momento del rescate del plan el titular puede esperar recuperar su capital invertido así como una rentabilidad –positiva o negativa– que variará en función de las inversiones que haya hecho el plan. Los elementos que lo componen son pues:

- (prepagable – gastos pospagables)  $A_t = Aport_t - \frac{G_t}{(1+i)}$
- Fondo acumulado a los  $x_r$  años:  $K(x_r) = \sum_{t=x}^{x_r-1} (1+i)^{x_r-t} A_t$
- Renta fraccionada a percibir:  $K(x_r) = R\ddot{a}_{x_r}^{(m)} = R\left(\ddot{a}_{x_r} - \frac{m-1}{2m}\right)$

Si antes de la jubilación del partícipe ocurre un decremento (fallecimiento, invalidez), el beneficiario percibirá el fondo acumulado hasta la fecha, en forma de renta.

⇒ **Prestación definida** ( $R_x$ ): es un plan que pertenece al *espacio actuarial*, donde se tiene en cuenta la mortalidad, la invalidez, la rotación de los partícipes, su masa salarial, el nivel de complemento deseado, etc..., existiendo una transferencia de recursos entre sus integrantes en base a las provisiones matemáticas que respaldan las pensiones de aquellos partícipes que continúan en el plan (De la Peña Esteban, 1998, [2]).

⇒ **Mixto**: se definen aportaciones y prestaciones (en todo o en parte)

## 4.4. Planes de aportación definida

El objetivo principal del fondo de pensiones que integra un plan de aportación definida es el de intentar acumular los mayores importes posibles para abonar a los partícipes en el momento en el que se produzca la contingencia que dé derecho a reintegrar el montante acumulado (jubilación, fallecimiento, invalidez).

Los elementos fundamentales son:

1. Estimación del CAT
2. Evaluación del Coste Anual  $C_t$
3. Amortización del Coste Suplementario o Adicional  $CA$

El Plan se inicia en  $t = 0$ , siendo, en ese instante, la distribución de edad de los partícipes  $\{n_x\}$ , los cuales pertenecen a un colectivo en el que la tabla de mortalidad (GRM,...) tiene una distribución de supervivientes  $\{l_x\}$ ; si la distribución de edad del grupo es igual a la de la población y el grupo es abierto, podrá suponerse  $n_x = l_x$ .

#### 4.4.1. Estimación del CAT

**Coste Actuarial Total** = VAA (prestaciones reconocidas al colectivo = **estimación a priori del coste global** del plan para activos (menores de  $x_r$  años) y para pasivos (jubilados, si los hubiere).

$$CAT = CAT(0) = \sum_{x < x_r} l_x R_{x \ x_r-x} | \ddot{a}_{x_r}^{(m)} + \sum_{x \geq x_r} l_x R_x \ddot{a}_{x_r}^{(m)} = \sum_x l_x CAT_x(0) = \sum_x CAT_x \quad (4.1)$$

Prestaciones reconocidas = Prestaciones para los activos (renta diferida) + Prestaciones para los pasivos

El CAT es constante, salvo variaciones en variables exógenas. Si se consideran distintas causas de decremento para los activos (invalidez, fallecimiento, antes de la jubilación,...) el VAA de las prestaciones a los activos asociado al decremento  $j$  es

$$CAT^{(j)} = \sum_{x < x_r} l_x R_{x \ x_r-x} | \ddot{a}_{x_r}^{(m)(j)} = \sum_{x < x_r} l_x R_{x \ x_r-x} E_x^{(j)} \ddot{a}_{x_r}^{(m)(j)}$$

y  ${}_{x_r-x}E_x^{(j)} = \frac{D_{x_r}^{(j)}}{D_x^{(j)}}$  obtenido a partir de tablas de eliminación anteriores a los  $x_r$  años.

El coste real del plan (a posteriori) dependerá de la evolución de variables exógenas, como la mortalidad, de los tipos de interés, de la evolución de los salarios, etc...

#### 4.4.2. Evaluación del Coste Anual $C_t$

Para financiar el coste global del plan, CAT, se realizan aportaciones anuales  $C_t$ , que se calculan de distinta forma:

• **Métodos de evaluación de  $C_t$ :**

1. **Métodos individuales:** Se evalúa el coste para cada partícipe mediante la equivalencia actuarial entre los beneficios,  $R_x$  y los costes  $C_x$  o ( $C_t$ ) individuales; posteriormente, para hallar los costes de todo el Plan, se agregan los de todos los partícipes.

a) **Método de los beneficios acumulados del partícipe** (o prestaciones devengadas):

**El coste de cada unidad de beneficio se asocia al año en el que se acredita dicho beneficio.** A una cabeza  $x$  se le reconoce en una prestación de jubilación formada por una renta anual (diferida hasta los  $x_r$  años)

$$R_x = K_1(x) + K_2(x) = \sum_{h=0}^{x_r-x-1} K'_1(x+h) + K_2(x)$$

en la que  $K_1$  es la pensión devengada desde la edad  $x(t=0)$ , hasta la jubilación, o sea en el intervalo  $[x; x_r)$  y  $K_2$  es la pensión devengada desde la edad  $x_e$  de inicio de la actividad laboral hasta  $t=0$ , esto es, en el intervalo (en el que no ha cotizado, pues es  $t < 0$ )  $[x_e; x)$ .  $K'_1(x+h)$  es la parte de la pensión devengada en el año  $[x+h; x+h+1]$ .

El VAA (en  $t=0$ ) de los beneficios es la renta de jubilación diferida (desde la edad actual  $x$  hasta la de jubilación,  $x_r$ , en  $m$  pagas)

$$\pi_x = R_{x \ x_r-x} | a_x^{(m)} = CN_x(0) + CA_x(0)$$

El primer sumando corresponde al VAA de la parte  $K'_1(x)$  de la renta  $K_1(x)$  acreditada en  $[x; x+1)$ . La parte acreditada cada año origina el Coste Normal del partícipe de edad  $x$  en  $t=0$

$$CN_x(0) = K'_1(x) {}_{x_r-x} | \ddot{a}_x^{(m)} = K'_1(x) {}_{x_r-x} E_x \ddot{a}_{x_r}^{(m)} \quad (4.2)$$



El segundo sumando se presenta en el caso que existan partícipes, de edad  $x$  en  $t = 0$ , pero que empiecen a devengar beneficios a una edad  $x_e < x$  anterior al inicio del Plan (por ejemplo, la edad de incorporación al trabajo), y estos beneficios suponen una renta anual adicional de jubilación de  $K_2(x)$ . Esto genera un coste adicional, para dicho partícipe

$$CA_x(0) = K_2(x) {}_{x_r-x}|\ddot{a}_x^{(m)} \quad (4.3)$$

En el año  $t$ , el coste  $C_t$  es la suma de los beneficios, devengados en el año  $t$  para todos los partícipes.

En el año  $t = 0$ , estos beneficios, para los partícipes de edad  $x$ , se representan mediante  $\pi_x$

$$C_0 = \sum_{x < x_r} \pi_x = \sum_{x < x_r} l_x CN_x(0) = \sum_{x < x_r} l_x CA_x(0) = CN_0 + CA_0$$

En el caso que exista CA, existirá una obligación inicial igual a  $CA_0 = PA_0$

En  $t = 1$ , el coste anual corresponde a las prestaciones reconocidas dicho año

$$C_1 = \sum_{x+1 < x_r} \pi_{x+1}$$

El CN varía en  $t = 1, 2, \dots$ ; generalmente, creciendo; para  $t$

$$CN_t = \sum_{x+t < x_r} \pi_{x+t} = \sum_{x+t < x_r} l_x K'_1(x+t) {}_{x_r-x-t}|\ddot{a}_{x+t}^{(m)} \quad (4.4)$$

El **Pasivo Actuarial** es el VAA (*Prestaciones futuras*) - VAA (*CN futuros*) = VAA (*Prestaciones acreditadas*) en el año  $t$  (es equivalente a la reserva matemática de los seguros de vida):

$$\begin{aligned} PA_x(0) &= CA_x(0) \\ PA_x(1) &= (K'_1(x) + K_2(x)) {}_{x_r-x-1}|\ddot{a}_{x+1}^{(m)} \\ PA_x(2) &= (K'_1(x) + K'_1(x+1) + K_2(x)) {}_{x_r-x-2}|\ddot{a}_{x+2}^{(m)} \end{aligned}$$

y en general:

$$PA_x(t) = (K'_1(x) + K'_1(x+1) + \dots + K'_1(x+t-1) + K_2(x)) {}_{x_r-x-t}|\ddot{a}_{x+t}^{(m)} \quad (4.5)$$

El **fondo del Plan**,  $F(t)$ , puede ser negativo (a diferencia de la reserva matemática de un seguro de vida), pues puede ser  $F_x(t) \leq PA_x(t)$ . Si existe déficit, se puede amortizar en los  $n$  años de duración del Plan.

**b) Método de los beneficios proyectados basado en la edad actual  $x$ :**

El **coste anual** se obtiene a partir de todos los beneficios futuros garantizados (los acreditados hasta  $t$  y los previstos). El coste es constante o varía con una ley fija, salvo cambios en las variables exógenas, en la composición del colectivo, o en los beneficios reconocidos.

Los costes para un partícipe de edad  $x$ ,  $C_x$ , se calculan para que sean constantes, o una fracción  $t_x$  del salario  $W_x$  (similares a la determinación de la prima en los seguros de vida) resultando la equivalencia.

La equivalencia actuarial entre prestaciones y pensiones es (idéntica para todos los métodos individuales)

$$CAT_x(0) = C_x \ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|} = R_x {}_{x_r-x}|\ddot{a}_x^m \quad (4.6)$$

siendo  $C_x = CN_x$  el coste normal del partícipe ( $\ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|} = \ddot{a}_x - \ddot{a}_{x_r}$ ).

Se suele suponer que los salarios se incrementan en una tasa anual  $q$ , y expresando  $C_x = t_x W_x$ , se tiene, si no existe coste adicional (**método basado en la edad actual**),

$$t_x W_x \ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|}^{(q)} = R_x \ddot{a}_{x_r-x|}^{(m)}$$

El pasivo actuarial imputable a un partícipe, en  $t = 0$ , es  $PA_x(0) = 0 = CA(0)$ , no existe coste adicional, y en un instante posterior (usando los métodos prospectivo o retrospectivo)

$$PA_x(t) = C_x \ddot{s}_{x:\overline{t}|} = C_x \ddot{a}_{x:\overline{t}|} / {}_tE_x = R_x \ddot{a}_{x_r-x-t|}^{(m)} - C_x \ddot{a}_{x+t:\overline{x_r-x-t}|} \quad (4.7)$$

que es la reserva matemática del Plan. El fondo acumulado es, en este caso,  $F(t) \geq PA(t)$ , es decir, no existe déficit. Tiene el inconveniente que la proporción  $t_x$  del salario dedicada a aportaciones puede ser excesiva en los años anteriores a la jubilación.

c) **Método de los beneficios proyectados basado en la edad de entrada  $x_e$ :**

Si existen beneficios adicionales originados antes de la implantación del Plan, la pensión es  $R_x = K_1(x) + K_2(x)$  y el coste total  $C_x = CN_x + CA_x$ . El coste normal, para un partícipe cuya edad de entrada sea  $x_e$ , se calcula como si el partícipe cotizase una cantidad  $C_x(x_e)$  desde la edad de entrada  $x_e$  (anterior a  $t = 0$ ), y se obtiene de la equivalencia actuarial (usada para calcular la parte  $t_{x_e}$  del salario  $W_x$  que cotizará como  $CN$ )

$$C_x(x_e) \ddot{a}_{x_e:\overline{x_r-x_e}|}^{(q)} = R_x \ddot{a}_{x_r-x_e|}^{(m)} \quad (4.8)$$

Por ejemplo, si la cotización es un porcentaje del salario,  $C_{x_e} = C_x(x_e) = t_{x_e} W_x$ , esta proporción se obtiene con la equivalencia actuarial, y se aplica para calcular el Coste Normal

$$CN_x = t_{x_e} W_x$$

Si se supone que los salarios se incrementan a una tasa anual acumulativa  $q$ , la equivalencia actuarial es

$$C_x(x_e) \ddot{a}_{x_e:\overline{x_r-x_e}|}^{(q)} = R_x \ddot{a}_{x_r-x_e|}^{(m)}$$

obteniéndose de esta forma la proporción de salario,  $t_{x_e}$ , que debe aportar al plan.

El coste nominal del partícipe,  $CN_x$ , verifica

$$CN_x \ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|} = K_1(x) \ddot{a}_{x_r-x|}^{(m)} \quad (4.9)$$

La diferencia  $C_x - C_x(x_e) > 0$  es una anualidad constante pagadera desde la edad  $x$  hasta los  $x_r$  años, que sirve para amortizar el coste adicional.

El coste adicional  $CA_x$ , es el importe que tendría que tener constituido a la edad  $x$  (en  $t = 0$ ), si realmente hubiese cotizado desde la edad  $x_e$ :

$$CA_x = R_x \ddot{a}_{x_r-x|}^{(m)} - C_x(x_e) \ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|} = C_{x_e} \ddot{s}_{x_e:\overline{x-x_e}|} = C_{x_e} \ddot{a}_{x_e:\overline{x-x_e}|} / {}_{x-x_e}E_{x_e} = PA_x(0) \quad (4.10)$$

es decir, es el pasivo actuarial inicial. Si al constituir el Plan no se dota de este fondo inicial, habrá que constituirlo íntegramente en el futuro. El pasivo actuarial, en un instante  $t$ , es

$$PA_x(t) = C_{x_e} \ddot{s}_{x_e:\overline{x+t-x_e}|} = C_{x_e} \ddot{a}_{x_e:\overline{x+t-x_e}|} / {}_{x+t-x_e}E_{x_e} \quad (4.11)$$

según se calcule de forma prospectiva o retrospectiva, respectivamente. Es la reserva matemática y representa las obligaciones no cubiertas (es nulo en los métodos basados en la edad actual, y coincide con el  $CA(0)$  en  $t = 0$ ; en los métodos basados en la edad de entrada puede ser mayor que el fondo acumulado  $FP_t$  en algunos  $t$ , originando un déficit).

El  $PA$  se obtiene, suponiendo el incremento anual de los salarios a una tasa anual  $q$  acumulativa

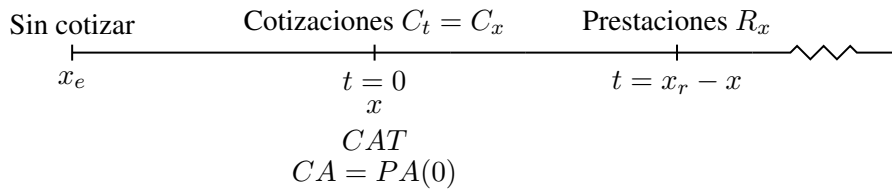
$$PA_x(t) = t_{x_e} W_{x_e} \ddot{s}_{x_e: \overline{x+t-x_e}|}^{(q)} = t_{x_e} W_{x_e} \ddot{a}_{x_e: \overline{x+t-x_e}|}^{(q)} / {}_{x+t-x_e}E_{x_e}$$

Para todo el colectivo es  $PA(t) = \sum_{x < x_r} l_{x+t} PA_x(t)$

El coste normal y el coste adicional del Plan, en  $t = 0$ , son

$$CN(0) = \sum_{x < 65} l_x CN_x(0) \quad CNA = \sum_{x < 65} l_x CA_x$$

2. **Métodos agregados o colectivos:** Se evalúa el coste para los partícipes (generalmente una proporción  $t_C$  de cada salario) mediante la equivalencia actuarial de los beneficios y costes agregados para todos los partícipes.



a) **Método agregado basado en la edad actual  $x$ :**

En estos métodos, el partícipe se integra en el Plan en  $t = 0$ , y cotiza y acredita prestaciones en el intervalo  $[x; x_r]$ ; los costes de financiación del Plan se denominan Costes Normales, siendo  $C_t = CN_t$ . En  $t = 0$ , no existen obligaciones contraídas con respecto a ningún partícipe, y se tiene que el Pasivo Actuarial es  $PA(0) = 0$ . A cada partícipe se le reconoce una pensión  $R_x = K_1(x)$ , de forma que, si no existe coste adicional, la equivalencia viene representada por:

$$CAT(0) = \sum_{x < 65} l_x C_x \ddot{a}_{x: \overline{x_r-x}|} = \sum_{x < 65} l_x R_x {}_{x_r-x}| \ddot{a}_x^{(m)} \quad (4.12)$$

El coste para un partícipe de edad  $x$  puede ser constante, o bien una proporción fija del salario

$$C_x = C_c = \overline{C} \quad CNA = C_x = t_C W_x$$

E) **Método agregado basado en la edad de entrada  $x_e$ :**

En este método, el Plan nace con unas obligaciones contraídas, es decir, con un Pasivo Actuarial  $PA(0) > 0$ , o lo que es lo mismo, con unos fondos acumulados  $F(0) = -P(0) < 0$ , debido a que cada partícipe se le reconoce una pensión adicional  $K_2(x)$ , correspondiente a los años de trabajo  $[x_e; x)$  en los que no ha cotizado. La pensión reconocida es  $R_x = K_1(x) + K_2(x)$ . Los costes de financiación del plan son  $C_t = CN_t + CA_t$ , siendo  $CA_t$  el coste adicional o suplementario para financiar la parte  $K_2(x)$  de cada partícipe.<sup>3,4</sup>

<sup>3</sup> $CN$  es el coste de los beneficios acreditados durante un año, y es la suma de los beneficios acreditados a cada partícipe.

<sup>4</sup> $CA$  es el coste de los beneficios acreditados durante un año a aquellos partícipes que empiezan a acreditar beneficios antes de iniciarse el Plan.

En este caso, existe coste adicional, y la equivalencia financiera se establece considerando como si todos hubieran contribuido desde la edad de entrada  $x_e$

$$\sum_{x < 65} l_x C_x \ddot{a}_{x_e:\overline{x_r-x_e}|} = \sum_{x < 65} l_x R_x {}_{x_r-x_e}| \ddot{a}_{x_e}^{(m)} \quad (4.13)$$

siendo la contribución al plan constante o proporcional al salario, siendo  $t_N$ , la proporción común

$$C_{x_e} = \overline{C}(x_e) \quad C_{x_e} = C_x(x_e) = t_N W_{x_e}$$

Se supone que los salarios crecen a un ritmo anual  $q$ .

El coste normal es

$$CN = \sum_{x < 65} l_x C_x(x_e) \ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|} = t_N \sum_{x < 65} l_x W_x \ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|}^{(q)} \quad (4.14)$$

y el coste adicional

$$\begin{aligned} CA_x &= \sum_{x < 65} l_x C_x(x_e) \ddot{s}_{x_e:\overline{x-x_e}|} = \sum_{x < 65} l_x C_x(x_e) \ddot{a}_{x_e:\overline{x-x_e}|} / {}_{x-x_e}E_{x_e} \sum_{x < 65} l_x R_x {}_{x_r-x_e}| \ddot{a}_x^{(m)} - \\ &\quad - \sum_{x < 65} l_x C_x(x_e) \ddot{a}_{x:\overline{x_r-x}|} = PA_0(0) \end{aligned}$$

La fracción de la masa salarial utilizada para amortizar el coste suplementario es  $t_C - t_N$ .

Si los fondos acumulados en el instante  $t$  son  $F(t)$ , al compararlo con  $PA(t)$ , al menos se debe cubrir el  $CA(t)$ , para cubrir la solvencia estática.

#### 4.4.3. Anualidad de amortización del coste adicional

La anualidad  $\alpha$  de amortización de  $CA$  se aplica en  $n$  años, por lo que

$$CA = \alpha \ddot{a}_{\overline{n}|i}$$

y debe verificar las siguientes condiciones:

- **el período de amortización**,  $n$ , debe ser inferior a  $x_r - \bar{x}_A$ , obteniéndose la edad media del colectivo,  $\bar{x}_A$ , a partir de las tablas de mortalidad (GRM), entrando a través de probabilidad media de fallecimiento

$$q_{\bar{x}_A} = \frac{\sum_{x < 65} l_x q_x}{\sum_{x < 65} l_x}$$

- cubrir los intereses del ejercicio;  $\alpha > i$  v  $CA$
- el fondo de reserva, en cualquier momento  $t$ , debe cubrir las pensiones causadas (CN, CA e intereses)

$$F(t) \geq \sum_{x \leq 65} R_x \ddot{a}_x^{(m)}$$

- el grado de capitalización debe superar al mínimo legal  $g_0$ .

La distribución de la anualidad de amortización  $\alpha$  entre los  $N$  partícipes puede realizarse así:

$$\alpha_x = \alpha/N$$

si el colectivo es cerrado ( $l_{x_e} = l_x$ ), y será creciente, al disminuir el número  $N$  de partícipes (por jubilación). Si el colectivo es abierto, se pueden trasladar a generaciones futuras la parte del  $CA$  no amortizado.

Las desviaciones entre lo estimado y la realidad demográfica, pueden originar ganancias o pérdidas actuariales.

#### VARIACIÓN DE LA EDAD DE JUBILACIÓN

Si se adelanta la edad de jubilación a  $x_a < x_r$ <sup>5</sup>, la nueva renta vitalicia de jubilación  $R'_x$  se obtiene hallando el VAA de la nueva renta a la edad  $x_a$  e igualándola al VAA de la anterior

$$R'_x \ddot{a}_{x_a}^{(m)} = R_x {}_{x_r-x_a|}\ddot{a}_{x_a}^{(m)}$$

La nueva renta es  $R'_x < R_x$  (aproximadamente un 7 % por año de adelanto).

Si se retrasa a la edad  $x_r > x_r$ , la nueva renta se obtiene de la equivalencia entre la prestación original y la nueva:

$$R_x \ddot{a}_{x_r}^{(m)} = R'_x {}_{x_r-65|}\ddot{a}_{x_r}^{(m)}$$

siendo la nueva renta  $R'_x > R_x$ .

### 4.5. Planes de prestación definida: modelos multidecrementales

Los modelos multidecrementales son extensiones de los modelos de mortalidad estándar donde hay una operación simultánea de varias causas de decremento, por lo que una vida termina debido a uno de estos decrementos. La causa de la terminación puede ser la jubilación, la discapacidad o la propia muerte.

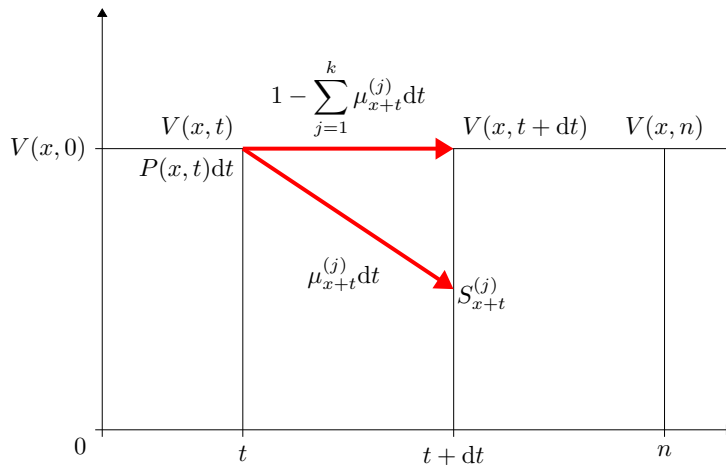
Si la muerte se produce antes de la edad de jubilación, se pagaría una suma global al beneficiario. Si una persona se jubila, entonces habrá una pensión diferida, o podría darse el caso de la devolución de la contribución acumulada del partícipe. En caso de discapacidad, puede haber un beneficio adicional hasta que la persona se recupere por completo. Como consecuencia, el valor presente actuarial de los beneficios depende de la causa de la muerte junto con el tiempo de vida futuro de un individuo.

En la planificación de la sanidad pública, por ejemplo, existe cierto interés en el análisis de la mortalidad y de la supervivencia en términos de las causas de muerte. Los objetivos de estos organismos suelen establecerse a través de estudios de la distribución conjunta del tiempo transcurrido hasta que tiene lugar la defunción y la causa de la misma.

De acuerdo con Vegas Asensio (2000), [3], en el caso de las pensiones, para determinar la tasa de contribución en el fondo de las mismas y para valorar el fondo en momentos específicos, es necesario encontrar el valor presente actuarial de los beneficios. Por lo tanto, los modelos de supervivencia para los sistemas de beneficios para empleados y los fondos de pensiones incluyen variables aleatorias tanto para el momento de la terminación como para la causa de la misma.

Según este autor, la dinámica de la operación, en  $(t, t + dt)$ ,  $t \in \mathfrak{R}^+$  es:

<sup>5</sup>Ya hemos mencionado que la edad de jubilación,  $x_r$ , serían los 65 años pero que en las circunstancias actuales ha aumentado un par de años más.

FIGURA 4.1: Valor del fondo acumulado en  $t + dt$ 

donde:

- $V(x, t)$  = Fondo acumulado en el momento  $t$
- $P(x, t)dt$  = Aportación pura en  $(t, t + dt)$
- $\mu_{x+t}^{(j)}dt$  = Probabilidad de que en  $(t, t + dt)$  se presente el suceso que da lugar al pago de capital (fallecimiento, invalidez, salida voluntaria del plan, etc...)
- $S_{x+t}^{(j)}$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ )
- $\delta(t)dt$  = tanto de interés del periodo  $(t, t + dt)$
- $P^{(n)}(x, t)dt = \sum_{j=1}^k S_{x+t}^{(j)}\mu_{x+t}^{(j)}dt$  = Aportación natural en  $(t, t + dt)$

Por lo tanto, la ecuación dinámica será:

$$[V(x, t), P(x, t)dt](1 + \delta(t)dt) = \left[1 - \sum_{j=1}^k \mu_{x+t}^{(j)}dt\right] \times V(x, t + dt) + \sum_{j=1}^k S_{x+t}^{(j)}\mu_{x+t}^{(j)}dt \quad (4.15)$$

Tras diversas operaciones y haciendo que  $dt \rightarrow 0$ , en (4.15) se llega a la ecuación diferencial lineal

$$\frac{dV(x, t)}{dt} = V(x, t) \left[ \delta(t) + \sum_{j=1}^k \mu_{x+t}^{(j)} \right] + P(x, t) - P^{(n)}(x, t) = V(x, t)\gamma(x, t) + P(x, t) - P^{(n)}(x, t) \quad (4.16)$$

donde  $\gamma(x, t)$  = tanto de capitalización actuarial multidecremental.

La solución particular de (4.16) es:

$$V(x, t) = \frac{1}{E(x, t)} \left[ V(x, 0) + \int_0^t E(x, s)P(x, s) - P^{(n)}(x, s)ds \right] \quad (4.17)$$

A partir de aquí, nos interesarán condiciones particulares con varias hipótesis de decremento.

Si, por ejemplo, consideráramos una situación con tres causas de decremento:<sup>6</sup> mortalidad, incapacidad y rotación y suponemos que la mortalidad y la incapacidad están distribuidas uniformemente para cada año de edad en las tablas asociadas de decremento simple con tasas absolutas  $q_x^{(1)}$  y  $q_x^{(2)}$ , respectivamente y se asume, en aras de la simplificación del ejemplo que las salidas ocurren solo a final de año con una tasa absoluta  $q_x^{(3)}$ .

En este caso, las probabilidades de decremento para la edad  $x$  a  $x + 1$  para las tres causas vendrán dadas, según la figura (4.2)

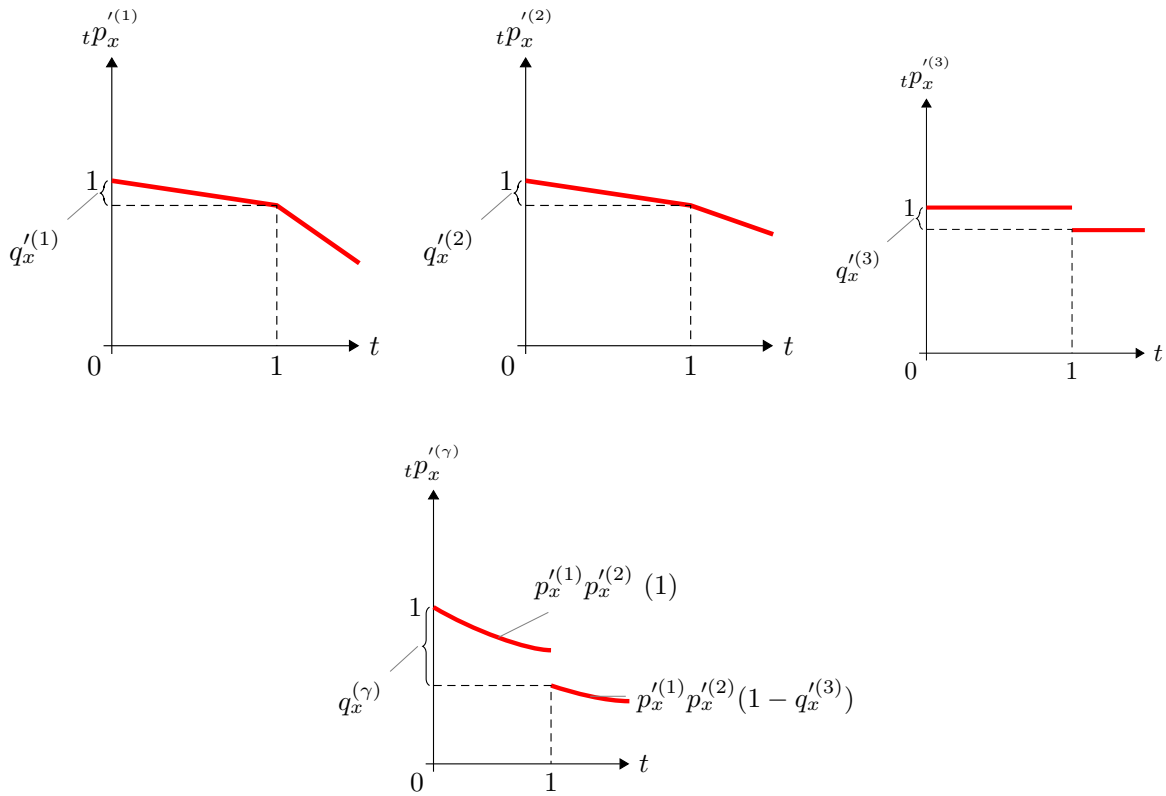


FIGURA 4.2: Factores de supervivencia  ${}_t p_x^{(j)}$ ,  $j = 1, 2, 3$  y  ${}_t p_x^{(\gamma)}$

que muestra los factores de supervivencia para las tablas de decremento simple y para una tabla de decremento múltiple donde

$${}_t p_x^{(\gamma)} = {}_t p_x^{(1)} {}_t p_x^{(2)} {}_t p_x^{(3)}$$

para  $t \geq 0$  no enteros. En  $t = 1$ ,  ${}_t p_x^{(3)}$  y  ${}_t p_x^{(\gamma)}$  son discontinuos, por lo que consideramos

$$\lim_{t \rightarrow 1^-} {}_t p_x^{(\gamma)} = {}_t p_x^{(1)} {}_t p_x^{(2)} 1$$

y

$${}_t p_x^{(\gamma)} = {}_t p_x^{(1)} {}_t p_x^{(2)} (1 - q_x^{(3)}).$$

También se requiere, para la tabla de decremento múltiple, que

$$q_x^{(\gamma)} = q_x^{(1)} + q_x^{(2)} + q_x^{(3)} = 1 - p_x^{(\gamma)} = 1 - p_x^{(1)} p_x^{(2)} (1 - q_x^{(3)}).$$

A partir de aquí establecemos

<sup>6</sup>Caso particular desarrollado a partir de Bowers y otros (1997), [4]



$$\begin{aligned}
q_x^{(1)} &= \int_0^1 {}_t p_x^{(\tau)} \mu_x^{(1)}(t) dt \\
&= \int_0^1 {}_t p_x^{(1)} {}_t p_x^{(2)}(1) \mu_x^{(1)}(t) dt \\
&= q_x^{(1)} \int_0^1 (1 - t q_x^{(2)}) dt \\
&= q_x^{(1)} \left(1 - \frac{1}{2} q_x^{(2)}\right)
\end{aligned}$$

De forma similar establecemos

$$q_x^{(2)} = q_x^{(2)} \left(1 - \frac{1}{2} q_x^{(1)}\right).$$

Por lo tanto

$$q_x^{(3)} = q_x^{(\tau)} - (q_x^{(1)} + q_x^{(2)}) = 1 - p_x^{(1)} p_x^{(2)} (1 - q_x^{(3)}) - q_x^{(1)} - q_x^{(2)} - q_x^{(1)} q_x^{(2)},$$

y de lo cual

$$\begin{aligned}
1 - q_x^{(1)} - q_x^{(2)} + q_x^{(1)} q_x^{(2)} &= p_x^{(1)} p_x^{(2)}, \\
q_x^{(3)} &= p_x^{(1)} p_x^{(2)} q_x^{(3)}
\end{aligned}$$

Nótese que

$$\lim_{t \rightarrow 1^-} {}_t p_x^{(\tau)} - \lim_{t \rightarrow 1^+} {}_t p_x^{(\tau)} = p_x^{(1)} p_x^{(2)} q_x^{(3)} = q_x^{(3)};$$

es decir, la discontinuidad en  $t = 1$  es igual a  $q_x^{(3)}$ .

En el caso de que en el modelo de decremento simple las salidas ocurriesen sólo a mitad o al final de año en proporciones iguales, es decir,  $(1/2)q_x^{(3)}$  de los que empiezan el año salen a la mitad y al final de año, habría que reformular las probabilidades bajo estos nuevos supuestos, ya que tal y como se muestra en la figura (4.3),  ${}_t p_x^{(3)}$  y  ${}_t p_x^{(\tau)}$  son ahora discontinuas en  $t = 1/2$  y  $t = 1$  (no así  ${}_t p_x^{(1)}$  y  ${}_t p_x^{(2)}$ , que siguen siendo igual que en la fig. 4.2):

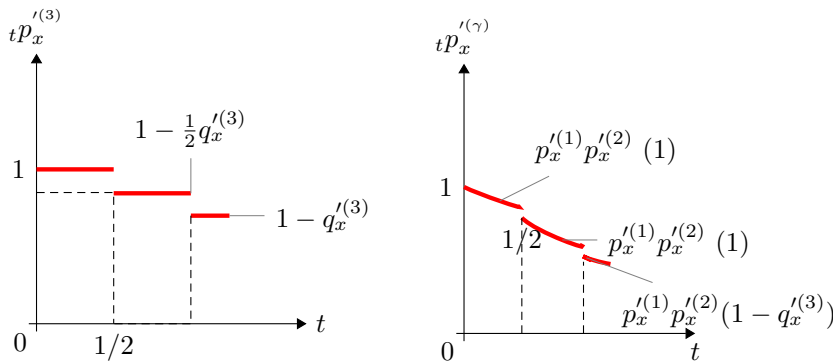


FIGURA 4.3: Factores de supervivencia  ${}_t p_x^{(3)}$  y  ${}_t p_x^{(\tau)}$

De la misma forma que en el caso anterior pero teniendo en cuenta los intervalos  $[0, 1/2)$  y  $[1/2, 1)$  tenemos:

$$\begin{aligned}
q_x^{(1)} &= q_x'^{(1)} \int_0^{1/2} (1 - tq_x'^{(2)}) dt \\
&\quad + q_x'^{(1)} \left(1 - \frac{1}{2}q_x'^{(3)}\right) \int_{1/2}^1 (1 - tq_x'^{(2)}) dt \\
&= q_x'^{(1)} \left(1 - \frac{1}{2}q_x'^{(2)} - \frac{1}{4}q_x'^{(3)} + \frac{3}{16}q_x'^{(2)}q_x'^{(3)}\right).
\end{aligned}$$

De forma similar, establecemos

$$q_x^{(2)} = q_x'^{(2)} \left(1 - \frac{1}{2}q_x'^{(1)} - \frac{1}{4}q_x'^{(3)} + \frac{3}{16}q_x'^{(1)}q_x'^{(3)}\right).$$

Siendo

$$\begin{aligned}
q_x^{(3)} &= 1 - p_x^{(\tau)} - q_x^{(1)} - q_x^{(2)} \\
&= 1 - p_x'^{(1)}p_x'^{(2)}(1 - q_x'^{(3)}) - q_x^{(1)} - q_x^{(2)},
\end{aligned}$$

Lo que se reduce a

$$q_x^{(3)} = q_x'^{(3)} \left(1 - \frac{3}{4}q_x'^{(1)} - \frac{3}{4}q_x'^{(2)} + \frac{5}{8}q_x'^{(1)}q_x'^{(2)}\right).$$

## 4.6. Diseño de una estrategia de cobertura en los planes de aportación definida

Ya hemos visto anteriormente en qué consiste un plan de *aportación definida* y explicábamos que, a diferencia del plan de *prestación definida*, que pertenecía a un *espacio actuarial* en el sentido de que las fluctuaciones de los elementos que lo componen influyen de forma significativa en la relación entre la aportaciones, prestaciones, mortalidad, invalidez, etc..., y decíamos que el primero posee un carácter meramente *financiero*, es decir, se tienen en cuenta las aportaciones, la rentabilidad financiera y el nivel salarial del partícipe. Sin embargo, como señala [2], este sistema “*no tiene en cuenta la transferencia de recursos entre partícipes*”, es decir, no exige seguir con las provisiones matemáticas para financiar las pensiones de los partícipes que continúan en el plan. De esta forma, se podría plantear ¿qué ocurriría si en el momento de producirse la prestación que disponga el partícipe el valor del fondo no ha tenido en cuenta las probables salidas de capital?, ¿es posible trazar una estrategia que cubra todas las causas de salida contempladas en el plan?, ¿son cuantificable los pagos probables futuros en función de las distintas causas de salida contempladas en el plan?

De lo que se trata, por lo tanto, y basado en el enfoque citado en [2], es de establecer una posible estrategia de cobertura en este tipo de planes para posibles salidas del capital debido a que el partícipe pueda causar alguna de las contingencias expuestas en el actual entorno legal y que le den derecho a percibir las prestaciones en forma de capital único, es decir, el fondo acumulado hasta la fecha.

En aras de simplificar la metodología y el proceso, ya que se apunta como línea de investigación futura se harán las siguientes consideraciones:

- la forma de pago de la contraprestación será mediante el abono de un capital único (aún cuando en la práctica habitual, la forma de devengo suele quedar a elección del beneficiario en forma de renta, capital único o una combinación de ambas),
- entre las hipótesis que se asumirán estas serán:
  - Un colectivo de trabajo, objeto de análisis, cerrado.
  - No realización de aportaciones adicionales y no incrementándose en futuros años con nuevas aportaciones.
  - El incremento del fondo se deberá, únicamente a la rentabilidad media de las inversiones del fondo.

- Se disponen de los suficientes datos biométricos como para determinar actuarialmente las salidas por diversas causas.
- Los pagos se realizarán a final de cada año.

Seguindo la metodología adoptada por el autor y propuesta por Wise (1984) [5], el proceso se basa en:

- la elaboración de un modelo actuarial que establece las obligaciones actuariales, teniendo en cuenta unas variables demográficas fijas y un fondo de pensiones donde los rendimientos a obtener de los títulos siguen un comportamiento aleatorio,
- la construcción de un modelo de inversión de títulos en el mercado,
- dados los dos anteriores, habrá un modelo de asignación de títulos que relacionará cada pago probable futuro establecido en el plan, con los ingresos a obtener en el fondo.

Sin embargo, nosotros y debido al carácter actuarial del capítulo, nos centraremos en el modelo actuarial, por estar más relacionado con el tema de la obra, no sin dejar de señalar que la construcción del modelo de inversión ha de hacerse en coherencia con el plan de pensiones desarrollado y se han de buscar unos vencimientos y rendimientos acorde con los requisitos de inversión de los fondos de pensiones a largo plazo.

#### 4.6.1. Modelo actuarial para la determinación de pagos posibles futuros

La primera expresión que tendríamos que definir es la del importe que recibirá un trabajador de edad  $x_r$  al momento de recibir la prestación en forma de capital único:

$$V_F = \sum_{t=x_e}^{x_r} C_t \prod_{t=x_e}^{x_r} (1 + r_t) \quad (4.18)$$

donde:

$V_F$ : es el fondo acumulado por el partícipe de edad  $x$ , incluyendo la aportación realizada a esa edad.

$x_e$ : es la edad de entrada al plan.

$x_r$ : es la edad de jubilación o retiro.

$C_t$ : es la aportación realizada al final de la edad  $t$ .

$r_t$ : es la rentabilidad obtenida por el fondo de pensiones a la edad  $t$ .

Una vez determinado el fondo acumulado (4.15), los **pagos posibles futuros** vendrán determinados por la suma de los pagos probables futuros para todas las causas contempladas en el Reglamento del Plan de Pensiones, para cada edad que pueda alcanzar el partícipe<sup>7</sup>. Aunque en la legislación actual se contemplen salidas con motivos de enfermedad grave o desempleo de larga duración, para simplificar el modelo contemplaremos los siguiente motivos como pagos probables a los que el fondo tendría que hacer frente: por *invalidez*, por *fallecimiento*, por *jubilación* y por *rotación* (Winklevoss, 1977, [6]) De esta forma, la expresión de los pagos probables futuros vendrá determinada por la suma de los pagos por posibles causas de salida enumerados anteriormente:

$$V_{F_{x+t}} = VF_{x+t}^i + VF_{x+t}^f + VF_{x+t}^j + VF_{x+t}^r \quad (4.19)$$

donde:

$V_{F_{x+t}}$ : es el pago probable a la edad  $x + t$  a realizar debido a la salida del partícipe por alguna de las causas.

$VF_{x+t}^i$ : es el pago probable futuro a la edad  $x + t$  de un capital único por invalidez del partícipe del plan de pensiones.

$VF_{x+t}^f$ : es el pago probable futuro a la edad  $x + t$  de un capital único por fallecimiento del partícipe del plan de pensiones.

$VF_{x+t}^j$ : es el pago probable futuro a la edad de jubilación de un capital único del partícipe del plan de pensiones.

<sup>7</sup>Real Decreto 304/2004, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de planes y fondos de pensiones.

$VF_{x+t}^r$ : es el pago probable futuro a la edad  $x + t$  de un capital único por la rotación del partícipe del plan de pensiones a otro plan.

• **Pagos probables por invalidez o enfermedad grave:**

Se contempla como supuesto de liquidez que otorga el derecho a la percepción de la prestación, el supuesto de enfermedad grave, “*siempre que pueda acreditarse ésta mediante certificado médico de los servicios competentes de las entidades sanitarias de la Seguridad Social*”.<sup>8</sup> El pago probable por esta causa a la edad  $x(Q_x^i)$  dependerá de la probabilidad de salida por tal motivo, estando expuesto el partícipe a otras causas de salida, como puede ser el fallecimiento, lo que queda determinado para la edad  $x + t$

$$VF_{x+t}^i = Q_{x+t}^i \times F_{x+t}$$

• **Pagos probables por fallecimiento:**

Al fallecimiento del partícipe, el beneficiario recibe el fondo acumulado hasta ese momento, por lo que dicho pago vendrá dado como

$$VF_{x+t}^f = Q_{x+t}^f \times F_{x+t}$$

Siendo  $Q_{x+t}^f$  la probabilidad de que el partícipe de edad  $x + t$  fallezca antes de cumplir un año más, estando expuesto a otras causas de salida (invalidez, rotación, jubilación,...)

• **Pagos probables por jubilación:**

Al alcanzar la edad de jubilación

$$VF_{x+t}^j = {}_{x_j-x}P_x^T \times F_{65}$$

• **Pagos probables por rotación:**

El partícipe del plan de pensiones puede movilizar sus derechos adquiridos a otro fondo de pensiones, hecho que se denomina *rotación* del fondo de pensiones y  $Q_x^r$  a la probabilidad de que el partícipe cambie o movilice su fondo acumulado a la edad  $x$ , antes de cumplir un año más. Por lo tanto, el pago probable del capital único que implica el traspaso de la totalidad del fondo acumulado a la edad  $x + t$  vendrá determinado por

$$VF_{x+t}^r = Q_{x+t}^r \times F_{x+t}$$

El modelo para estructurar la cartera de inversiones correspondiente al fondo de pensiones para determinar los flujos monetarios no es objeto de desarrollo en este trabajo pues corresponde a una vertiente más financiera propiamente dicha que actuarial; no obstante, diremos que se debe tener en cuenta la congruencia para hacer frente a las obligaciones previstas en el plan, tanto en cuantía como plazos y en torno a esta congruencia debe girar el diseño de la cartera óptima de inversión que inmunice el fondo de pensiones, dándose la existencia de diversos instrumentos financieros vinculados a la mortalidad y que permiten cubrir este tipo de contingencias (Trigo Martínez y otros, 2013, [7])

## 4.7. El riesgo en los planes de pensiones: mortalidad y longevidad

Hay un debate considerable, en la actualidad, en países de todo el mundo sobre cómo hacer frente al envejecimiento de la población. La publicación de la obra “*Averting the Old Age Crisis*” (World Bank, 1994, [8]), constituyó un hito en el debate. En ella, el Banco Mundial recomendaba que sus países clientes adoptaran esquemas de varios pilares, con un “segundo pilar” financiado que juega un papel importante.

La tasa de mortalidad en edades tempranas ha alcanzado cotas muy bajas en las economías más desarrolladas, lo que significa que los cambios más recientes en los incrementos de esperanza de vida corresponden fundamentalmente al aumento de la probabilidad de supervivencia en las edades más avanzadas, en este caso a raíz de los avances médicos. Según apuntan desde el INSTITUTO BBVA DE PENSIONES: “*en el futuro, prácticamente todo el aumento de la esperanza de vida se deberá a la mejora de la tasa de mortalidad alrededor de la edad*

<sup>8</sup> artículo 9. 2. b) del Real Decreto 304/2004, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de planes y fondos de pensiones

de jubilación y en edades superiores.” (Ayuso y Holzmann, 2014, [9]).

En este sentido y bajo el marco de *Solvencia II*, que recordemos es un programa que requiere que la mayoría de los países europeos aborden los nuevos requisitos de capital, específicamente a propósito del riesgo de longevidad. Como resultado, aseguradoras y entidades financieras están trabajando para desarrollar modelos financieros y supuestos para cumplir con estos requisitos. En esta línea se enmarca el trabajo de Silverman y Simpson, que mediante un caso de estudio describen un caso que demuestra el cálculo del capital requerido de acuerdo con la interpretación de *Solvencia II* utilizando un modelo interno que refleja las tasas de mortalidad futuras volátiles y examinan el cálculo del capital requerido para un bloque de anualidades en pago (Silverman y Simpson, 2011, [10]). También Börger, (2010), [11], discute el margen de riesgo bajo *Solvencia II* en el caso del riesgo de longevidad, relacionando el impacto que éste último tiene sobre la anualidad o la cartera de pensiones sobre los requerimientos de capital.

¿Cómo pueden usarse, entonces, los pronósticos estocásticos para analizar la política de pensiones? A un nivel puramente demográfico, es bien sabido que la tasa de dependencia de la vejez es la variable clave que subyace en los costes de la pensión. A medida que aumenta la relación de dependencia de la vejez para una población, más jubilados por trabajador hay en la población, lo que implica una mayor tensión en un sistema de pensiones de reparto que depende de los trabajadores de hoy para pagar los beneficios de jubilados de hoy. Una pregunta interesante sobre el impacto demográfico del envejecimiento en la relación de dependencia sería: supongamos que la edad a la que se jubilan las personas es, por ejemplo, 65 años. Si este límite de “edad de jubilación normal” pudiera cambiarse arbitrariamente, ¿cuánto tendríamos que aumentar para mantener la relación de dependencia constante? Si tenemos un pronóstico de la trayectoria de la población, entonces simplemente podemos calcular en cada año la edad de jubilación, digamos  $R(t)$ , en la que la tasa de dependencia de la vejez sería la misma proporción que en el año de lanzamiento. Cuando tenemos pronósticos estocásticos, hay, en cada año de pronóstico  $t$ , un conjunto de valores aleatorios  $R(t)$ ; en nuestro análisis, buscamos el valor entero de  $R(t)$  que se aproxima más al rendimiento de la relación de dependencia objetivo.

Los dos tipos de riesgo a los que hacen frente los planes de pensiones son:

- El **riesgo de mortalidad (o supervivencia)**: el cual está asociado a la aplicación de unas tablas de mortalidad y supervivencia que recogen las probabilidades reales de mortalidad y supervivencia del colectivo al que afecte el plan.
- El **riesgo de longevidad**: que tiene una naturaleza diferente al anterior, ya que a partir de una tabla actuarial estimada adecuadamente, se puede definir como “*el riesgo asociado a que valor actual actuarial de las prestaciones a favor de una cabeza sea inferior al valor actual necesario para pagar las citadas prestaciones en los términos previstos en el Reglamento del Plan de Pensiones*” [X]. Este riesgo, por lo tanto, se ocasiona por fluctuaciones aleatorias de las prestaciones por mayor o menor supervivencia del beneficiario (respecto a los valores medios esperados).

En los **planes de aportación definida**, las aportaciones de una cabeza  $x$  hasta la edad de jubilación, es decir, durante  $n = x_r - x$  años, se pueden denominar como  $A_t$ , donde  $t = 1, 2, \dots, n$ , siendo prepagables, mientras que los gastos de gestión  $G_t$ ,  $t = 1, 2, \dots, n$  son pospagables, de modo que el fondo de capitalización acumulado a la jubilación es

$$F_x = \sum_{t=1}^{x_r-x} A_t(1+i)^{n-t} - \sum_{t=1}^{x_r-x} G_t(1+i)^{n-t-1} \quad (4.20)$$

La pensión será una renta vitalicia,  $R_x$ , pagable al beneficiario hasta su muerte, y una fracción  $k$ , de ésta, pagable al cónyuge, o cabeza y, superviviente, es decir

$$F_{x_j} = R_{x_j} \ddot{a}_{x_j} + k R_{x_j} \ddot{a}_{x_j|y}$$

En el modelo estocástico cabe definir la pensión unitaria como una variable aleatoria

$$Z = \text{VA (pensiones del titular y del cónyuge)} = Z_1 + Z_2$$

siendo  $E[Z] = F_x$

La variable aleatoria correspondiente al titular tiene como espacio muestral los valores actuales de una renta financiera,  $\ddot{a}_{\overline{t}|i}$ , siendo el tiempo de supervivencia  $t = 1, 2, \dots, \omega - x$ . Su función de probabilidad es  $P[Z_1 = \ddot{a}_{\overline{t}|i}] = {}_t|q_{x_j}$

La variable aleatoria correspondiente a la pensión de supervivencia del cónyuge tiene como espacio muestral los valores actuales de una renta actual actuarial,  $kv^t \ddot{a}_{y_j+t}$ ,  $t = 1, 2, \dots, \omega - y$ . Su función de probabilidad es  $P[Z_2 = K \ddot{a}_{x_j|t}] = {}_{t-1}|q_{x_j} t p_{y_j}$

A partir de estas distribuciones de  $Z_1$  y  $Z_2$ , se obtiene  $E[Z]$ .<sup>9</sup>

El riesgo asociado a las fluctuaciones aleatorias de las prestaciones del Fondo de pensiones con respecto a su esperanza matemática ( $F_n$ ) o **riesgo de longevidad** se mide mediante el coeficiente de variación de  $Z$ :

$$CV = \frac{\sigma_z}{E[Z]},$$

es decir, la desviación media de la prestación con respecto al fondo de capitalización constituido, expresada en porcentaje del propio Fondo.

Este riesgo también se puede medir como la probabilidad de incurrir en pérdidas mediante  $P[Z > F_x]$ , probabilidad que se expresa mediante  $1 - \alpha$ . Como la distribución de la variable aleatoria  $Z$  suele ser asimétrica, con coeficiente de asimetría  $A < 0$ , resulta que el riesgo de longevidad es  $P[Z > F_x] = P[Z > E[Z]] > 0.5$

Por lo tanto, si se desea controlar este riesgo, se deberá usar un sistema de aportaciones o conjunto de capitales financiero-estocásticos, cuyo valor en el instante  $n$  se denominará ‘**suma actuarial de nivel  $\alpha$** ’, tal que:

$$P[Z > {}_{\alpha}S_n] = 1 - \alpha$$

o de forma equivalente:

$$P[Z \leq {}_{\alpha}S_n] = \alpha$$

Si se quiere limitar el riesgo de pérdidas a un valor  $1 - \alpha \leq 0.5$ , será necesario un incremento de las aportaciones de los partícipes (en relación a las **aportaciones puras** o basadas en la equivalencia actuarial de las aportaciones  $F_x$  con la pensión equivalente). El significado de estas aportaciones es el de un **recargo técnico de seguridad**.

En los **planes de prestación definida**, en las expresiones de evaluación del *Coste Actuarial*, se sustituyen las expresiones correspondientes a las rentas inmediatas de los beneficiarios y las rentas diferidas de los partícipes, por las sumas actuariales de nivel  $\alpha$  definidas mediante

$$P[Z_x \leq {}_{\alpha}S_x] = \alpha$$

#### 4.7.1. Modelo estocástico en los planes de pensiones: suma actuarial

Ya hemos mencionado anteriormente que los planes de pensiones, por lo general, se encuadran dentro de dos categorías: los planes de beneficios definidos y los planes de contribución definida. Ambos tipos suelen ser comunes en la mayoría de los países, sin embargo, los planes de contribución definida están creciendo significativamente a costa de los planes de beneficios definidos a medida que los empleadores transfieren la carga del riesgo de inversión a los empleados.

Cairns, (1994), [12], señala que los efectos del riesgo de inversión se pueden reducir haciendo un uso efectivo de los factores que están dentro del control del esquema de dichos planes, los cuales son:

<sup>9</sup>Ver apéndice C

- En los **planes de beneficios definidos**, el método y el período de amortización; el período de intervalo, el retraso en la implementación de una tasa de contribución recomendada; el método de financiación; la base de valoración y la estrategia de asignación de activos.
- En los **planes de contribución definida**, la estrategia de asignación de activos (dependiente de la edad) y la tasa de cotización.

En nuestro caso, la incertidumbre o entorno estocástico asociado a los planes de pensiones vendrá asociado a dos variables: el año en que fallezca el jubilado y la probabilidad de incurrir en pérdidas del plan de pensiones:

#### MÉTODO DE LOS BENEFICIOS PROYECTADOS BASADOS EN LA EDAD ACTUAL $x$

El **coste anual** se obtiene a partir de todos los beneficios futuros garantizados (los acreditados hasta  $t$  y los previstos). El coste es constante (o varía con una ley fija, salvo cambios en las variables exógenas, en la composición del colectivo, o en los beneficios reconocidos)

$$CAT_x(0) = C_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = R_x {}_{65-x}| \ddot{a}_x^{(m)}$$

o bien si la cotización  $C_x$  es proporcional al salario  $W_x$ , y éste crece al ritmo  $q$  anual, es

$$CAT_x(0) = t_x W_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|}^{(q)} = R_x {}_{65-x}| \ddot{a}_x^{(m)}$$

El VA de la prestación del plan de pensiones correspondiente al partícipe  $x$  es una renta financiera diferida,  $h = 65 - x - t$ , en función del año en que muera el jubilado:

$$\begin{aligned} Z_x = 0 & & t = 0, 1, \dots, 65 - x - 1 & & P(Z_x = 0) = {}_{|65-x} q_x \\ Z_x = {}_{h|} \ddot{a}_{t-(65-x-1)|} & & t = 65 - x, 65 - x + 1, \dots & & P(Z_x = {}_{h|} \ddot{a}_{t-(65-x-1)|}) = {}_t| q_x \end{aligned}$$

Por lo que el VAA de la pensión unitaria es (la segunda igualdad se deduce aplicando el teorema de la media)

$$E[Z_x] = \sum_{t=65-x}^{\infty} {}_t| q_x {}_{h|} \ddot{a}_{t-(65-x-1)|} = {}_h E_x \ddot{a}_{x+h} = {}_{65-x} E_x \ddot{a}_{65} = {}_{65-x|} \ddot{a}_{65}$$

y por lo tanto, en el modelo de capitalización individual plena, tenemos en CN o prima.

La probabilidad de incurrir en pérdidas es  $P[Z_x > E(Z_x)]$ , y si esta probabilidad se denomina  $1 - \alpha$ , es

$$P[Z_x \leq E(Z_x)] = \alpha = F_{Z_x}(E[Z_x])$$

La **suma actuarial** de nivel  $\alpha$  para el partícipe  $x$ ,  ${}_{\alpha}S_x$ , se define mediante

$$F_{Z_x}({}_{\alpha}S_x) = P[Z_x \leq {}_{\alpha}S_x] = \alpha$$

y se usa para calcular las aportaciones por CN al Plan.

El coste normal calculado para el nivel  $\alpha$  se denomina  $C_x(\alpha)$  y verifica que su VAA en  $t = 0$  es equivalente a la pensión actualizada con la suma actuarial

$$C_x(\alpha) \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = R_x {}_{\alpha}S_x$$

Al aumentar  $\alpha$ , aumenta la cotización:  $\alpha$  **mide el grado de aversión al riesgo del plan de pensiones**. Si  $\alpha = 0.5$ ,  ${}_{0.5}S_x = \text{mediana}(Z_x) > E[Z_x]$ . La proporción de partícipes que originan pérdidas es  $>50\%$ .



**Ejemplo:**

Para una cabeza  $x = 55$  años con  $R_x = 1000$ ;  $i = 2.9\%$ , y usando las tablas GRM95, el coste normal es

$$C_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = 1000 {}_{65-55}E_{55} \ddot{a}_{65} = 10377 = E[Z_x]$$

$$E[Z_{55}] = 1000 \sum_{t=10}^{59 \approx \infty} {}_{10|\ddot{a}_{t-10+1}|i} {}_t q_{55} = 1000 {}_{10}E_{55} \ddot{a}_{65} = 10377$$

En el último paso se ha aplicado el teorema de la media.

$x$	$t$	$Z_x$	$G(t) = \sum_{k=0}^t {}_k q_x$
65	10	752	0.1011
66	11	1488	0.1143
67	12	2193	0.1287
...	...	...	...
81	26	10279	0.4458
82	27	10742	0.4766
83	28	11193	0.5074
84	29	11630	0.5384
...	...	...	...
114	59	20332	1

Como  $P[Z_x \leq 10377] = 0.45$ , el 45 % de los partícipes originará beneficios, y el resto pérdidas. Con  $P[Z_x \leq 11104 = {}_{0.5} S_x] = 0.5$ , el plan sería más conservador, y  $\lambda = 11104/10377 - 1 = 0.069$  es un recargo técnico (de seguridad).

Si se opera con  $\alpha = 0.6$ ,  $12471/10877=1.2018$  y  $\lambda = 0.2018$ , que no sería comercial.

## 4.8. Ejemplo de valoración actuarial de un plan de pensiones

### 4.8.1. Planteamiento inicial e hipótesis de partida

El objetivo de este apartado es realizar una simulación de la valoración actuarial de un plan de pensiones para que sirva como ejemplo de todo lo explicado anteriormente y con el objetivo de aplicar una situación real, siguiendo un enfoque similar al de Peláez Feroso y García González, (2003), [13]. En el supuesto que aquí presentamos a continuación se dispone de los siguientes datos de un colectivo:

**Hipótesis de trabajo:**

- Grupo cerrado: no hay altas
- Crecimiento medio de salarios en  $[x_e, x)$  y  $[x; 65)$  :  $q = 0,02$
- Pensión reconocida: 1 % salario anual desde  $x_e$

Plan de empleo:

	$x$	$x_e$	$l_x$	$W_x$	$p_x$	$q_x$	
	25	23	45	500	0,99911	0,00089	$t = 0$
	28	24	48	550	0,99904	0,00096	
	30	25	35	600	0,99898	0,00102	
	33	25	27	650	0,99884	0,00116	
	35	26	19	700	0,99867	0,00133	
	38	28	22	750	0,99832	0,00168	
	40	29	13	800	0,99799	0,00201	
	43	30	4	850	0,99735	0,00265	
	45	32	6	900	0,99682	0,00318	
	50	33	15	1000	0,99505	0,00495	
	55	33	9	1200	0,99259	0,00741	
	60	35	5	1500	0,98924	0,01076	
Jubilación	65						

La pensión reconocida es el 1 % del salario de cada año, incluyendo los años en la empresa antes del inicio del plan. El tipo de interés es  $i = 3.1\%$  y se usan tablas GRM80 (aunque se podrían hacer con las tablas PER 2000). El crecimiento anual de los salarios durante todo el período es  $q = 2\%$ . Se supone el grupo cerrado por lo que es  $l_x = l_{x_e}$

La columna  $x$  representa la edad de entrada en el plan y  $x_e$ , la edad en que se empieza a trabajar (y por lo tanto, a generarse derechos al implantarse el plan, en  $t = 0$ ). La edad media del colectivo es

$$\bar{x} = \frac{\sum_{x=25}^{65} l_x x}{\sum_{x=25}^{65} l_x} = 33.94$$

y el salario medio

$$\bar{W} = \frac{\sum_{x=25}^{65} l_x W_x}{\sum_{x=25}^{65} l_x} = 684.48$$

El salario que tenía cada empleado cuando comenzó a trabajar a la edad  $x_e$  se obtiene de la ecuación

$$W_{x_e}(1+q)^{x-x_e} = W_x$$

resultando

$x$	$x_e$	$W_x$	$W_{x_e}$
25	23	500	480,58
28	24	550	508,11
30	25	600	543,44
33	25	650	554,77
35	26	700	574,27
38	28	750	591,37
40	29	800	630,79

continúa

43	30	850	644,19
45	32	900	668,71
50	33	1000	700,16
55	33	1200	776,21
60	35	1500	914,30

### 4.8.2. Cálculo Coste Actuarial Total (CAT)

Ya habíamos definido anteriormente el *Coste Actuarial Total* como el coste de las prestaciones reconocidas (las obligaciones del plan, en cada instante  $t$ ). Al inicio es

$$CAT = CAT(0) = VAA(\text{Prestaciones reconocidas})$$

Para cada partícipe de edad  $x$ , el  $CAT_x$  es el valor actual actuarial de la pensión,  $R_x$ , que recibirá (mensualmente) dentro de  $65 - x$  años, por lo que los  $l_x$  partícipes de edad  $x$  generan un coste

$$CAT_x 0 = l_x R_x {}_{65-x}| \ddot{a}_x^{(12)} = l_x R_x {}_{65-x} E_x \ddot{a}_{65}^{(12)}$$

por lo que el  $CAT$  del plan será

$$CAT(0) = \sum_{x=25}^{60} CAT_x(0)$$

Es necesario obtener la pensión de jubilación,  $R_x$ , de cada partícipe de edad  $x$ , la cual tendrá dos componentes: la parte  $K_2(x)$  reconocida por los años de trabajo antes de la fecha  $t = 0$  de iniciarse el plan, y la parte  $K_1(x)$  reconocida por los años de trabajo en el intervalo  $[x, 65)$ , siendo

$$R_x = K_1(x) + K_2(x)$$

Cada parte ( $K_2(x)$  y  $K_1(x)$ ) es la suma del 1 % de los salarios percibidos en los intervalos de tiempo  $[x_e, x)$  y  $[x, 65)$ , salarios cuyo importe inicial es  $W_{x_e}$ , al empezar a trabajar, y  $W_x$ , al implantarse el plan en  $t = 0$ , y que han ido creciendo a la tasa anual  $q = 2\%$ . Por lo tanto

$$K_1(x) = \sum_{y=x}^{65-1} K'_1(y) = 0.01 \sum_{y=x}^{65-1} W_x (1+q)^{x-y} = 0.01 W_x \frac{(1+q)^{x-(65-1)}(1+q) - 1}{q} \quad (4.21)$$

$$K_2(x) = 0.01 \sum_{y=x_e}^{x-1} W_{x_e} (1+q)^{x_e-y} = 0.01 W_{x_e} \frac{(1+q)^{x_e-(x-1)}(1+q) - 1}{q} \quad (4.22)$$

Los valores del factor de actualización actuarial se obtienen mediante la expresión

$${}_{65-x} E_x = v^{65-x} {}_{65-x} P_x$$

Así pues, teniendo en cuenta que

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = \ddot{a}_{65} - 11/24 = 12,718$$

resulta que el coste actuarial total del plan es

$$CAT(0) = \sum_{x=25}^{60} l_x CAT_x(0) = 358113,09$$

Al financiar este CAT, según el método empleado, la distribución anual de aportaciones varía.

$x$	${}_{65-x}E_x$	$K_1(x)$	$CAT1_x(0)$	$x_e$	$K_2(x)$	$CAT2_x(0)$	$R_x = K_1(x) + K_2(x)$	$CAT_x(0)$	$l_x$
25	0,24473	302,01	940,00	23	9,71	30,22	311,72	970,21	45
28	0,26894	297,19	1016,50	24	20,94	71,63	318,13	1088,13	48
30	0,28643	299,97	1092,72	25	28,98	103,2	328,25	1195,75	35
33	0,31940	287,48	1151,31	25	47,62	190,70	335,09	1342,01	27
35	0,33553	283,98	1211,80	26	62,88	268,32	346,85	1480,12	19
38	0,36930	265,08	1245,03	28	79,32	372,52	344,40	1617,55	22
40	0,39394	256,24	1283,81	29	84,60	423,87	340,85	1707,68	13
43	0,43460	232,04	1282,55	30	102,90	568,77	334,94	1851,32	4
45	0,46454	218,68	1291,94	32	115,64	683,22	334,32	1975,17	6
50	0,55165	172,93	1213,29	33	149,92	1051,82	322,85	2265,11	15
55	0,66182	131,40	1105,97	33	211,90	1783,54	343,29	2889,15	9
60	0,80518	78,06	799,36	35	292,85	2998,88	370,91	3798,25	5

#### 4.8.3. Cálculo del Coste Normal (CN) y Coste Adicional (CA)

El coste total anual para financiar el plan (es decir, financiar el CAT es

$$C_t = CN_t + CA_t$$

El Coste Normal corresponde a los beneficios acreditados de año  $t$ , y el adicional a los beneficios acreditados para los partícipes que entraron en el plan antes del año  $t = 0$ .

##### • MÉTODOS INDIVIDUALES

Cada año,  $t$ , se obtiene para cada partícipe  $CN_x(t)$  y  $CA_x(t)$  siendo

$$CN_t = \sum_{x < 65} CN_x(t) \qquad CA_t = \sum_{x < 65} CA_x(t)$$

##### A) Método de los beneficios acumulados.

En el año  $t = 0$ , para un partícipe,  $x$ , es

$$CN_x(0) = \pi_{1,x} = K'_1(x) {}_{65-x}| \ddot{a}_x^{(m)}$$

$$CA_x(0) = \pi_{2,x} = K'_2(x) {}_{65-x}| \ddot{a}_x^{(m)}$$

Como  $K'_1(x) = 0.01W_x$  y previamente se obtuvo (1.18), se tiene

$x$	$l_x$	$W_x$	$K'_1(x)$	$CN_x(0)$	$CN_x$	$K_2(x)$	$CA_x$	$l_x CA_x$
25	45	500	5	15,56	700,31	9,71	30,22	1359,69
28	48	550	5,5	18,81	902,98	20,94	71,63	3438,30
30	35	600	6	21,86	764,99	28,28	103,02	3605,76
33	27	650	6,5	26,03	702,86	47,62	190,70	5148,79
35	19	700	7	29,87	567,55	62,88	268,32	5098,04
38	22	750	7,5	35,23	774,96	79,32	372,52	8195,52
40	13	800	8	40,08	521,05	84,60	423,87	5510,32
43	4	850	8,5	46,98	187,93	102,90	568,77	2275,08
45	6	900	9	53,17	319,03	115,64	683,22	4099,34
50	15	1000	10	70,16	1052,03	149,92	1051,82	15777,35
55	9	12000	12	101,00	909,04	211,90	1783,54	16051,85
60	5	1500	15	153,60	768,02	292,85	2998,88	14994,42
					<b>CN = 8171,11</b>			
						<b>CA = 85554,46</b>		

Por lo tanto en el año  $t = 0$ , para todos los partícipes, el coste (anual) total es

$$C_0 = CN_0 + CA_0 = 8171,11 + 85554,46 = 93725,57$$

**B) Método de los beneficios proyectados basados en la edad actual  $x$ .**

El coste actuarial total es  $CAT = CAT(0) = 358113,09$ , y no existe  $CA$ , pues los beneficios del plan se producen a partir de  $t = 0$ , es decir, de la edad actual de cada partícipe. Por lo tanto la componente  $CAT_x(0)$  del  $CAT$  se debe repartir entre los  $l_x$  miembros del colectivo que entraron con edad  $x$ , siendo la aportación de cada uno (en el año  $t = 0$ ),  $A_x = C_x$ . El valor actual actuarial de las aportaciones constantes,  $C_x$ , hasta la jubilación (es decir, en el intervalo  $[x, 65 - x]$ ), es igual a la parte del  $CAT$  que les corresponde a los partícipes de edad  $x$ , es decir verifica la identidad que iguala estas aportaciones constantes al coste actuarial (para un partícipe que entra en el plan, con edad  $x$ )

$$C_a \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = CAT_x(0)$$

a partir de la cual se calcula la aportación de un partícipe que se incorpora al plan con  $x$  años. Si la proporción,  $t_x$ , del salario, se quiere que sea constante, como el salario irá creciendo a la tasa  $q = 2\%$ , partiendo de  $W_x$ ,  $t_x$ , se deduce de la identidad

$$t_x W_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|}^{(q)} = CAT_x(0)$$

Esta proporción será muy elevada para partícipes cuya edad de incorporación esté próxima a la jubilación.

Las prestaciones por pensiones de jubilación se supone que son las calculadas inicialmente, teniendo en cuenta la edad,  $x_e$ , de cada partícipe al empezar a trabajar (en lugar de la edad,  $x$ , en  $t = 0$ , por lo que se parte de los datos calculados de las pensiones  $R_x$  y del coste actuarial total de cada partícipe de edad  $x$ ,  $CAT_x(0)$ ).

$x$	$W_x$	$l_x$	$R_x$	$CAT_x(0)$	$\ddot{a}_{x:\overline{65-x} }$	$C_x = A_x$	$\ddot{a}_{x:\overline{65-x} }^{(q)}$	$t_x$	$CN_x(0)$	$CN_x$
25	500	45	311,72	970,21	22,94	42,29	31,8031	6,10 %	30,51	1372,81
28	550	48	318,13	1088,13	22,01	49,44	29,7907	6,64 %	36,53	1753,24
30	600	35	328,25	1195,75	21,35	56,01	28,4158	7,01 %	42,07	1472,81
33	650	27	335,09	1342,01	20,27	66,21	26,3031	7,85 %	51,03	1377,56
35	700	19	346,85	1480,12	19,50	75,90	24,8625	8,51 %	59,54	1311,11
38	750	22	340,85	1617,55	18,27	88,54	22,6570	9,52 %	71,38	1570,65
40	800	13	340,85	1707,68	17,39	98,20	21,1584	10,09 %	80,70	1049,22
43	850	4	334,94	1851,32	15,98	115,85	18,8703	11,54 %	98,11	392,43
45	900	6	334,32	1975,17	14,97	131,94	17,3182	12,67 %	114,04	684,31

50	1000	15	322,85	2265,11	12,23	185,21	13,3390	16,98 %	169,80	2547,17
55	1200	9	343,29	2889,51	9,08	318,23	9,18867	26,20 %	314,42	2830,18
60	1500	5	370,91	3798,25	5,41	702,08	4,78994	52,86 %	792,95	3964,82

El coste normal para un partícipe es

$$CN_x(0) = t_x W_x$$

y para todos los partícipes de edad  $x$  es

$$CN_x = l_x CN_x(0)$$

siendo el coste normal

$$CN = \sum_{x=25}^{60} CN_x = 20146.3$$

Obsérvese la proporción tan alta del salario para edades próximas a la jubilación.

### C) Método de los beneficios proyectados basados en la edad de entrada $x_e$ .

El coste total en  $t = 0$  es

$$C_0 = \sum_{x < 65} CN_x(0) + \sum_{x < 65} CA_x(0) = CN_0 + CA_0$$

Como hay que amortizar el CA, originados por las obligaciones con los partícipes que no han cotizado en el intervalo  $[x_e, x)$ , anterior a  $t = 0$ , es necesario estimar la proporción del salario que va a cotizar un partícipe que empezó a trabajar con edad  $x_e$ , resolviendo la ecuación que iguala el VAA de las cotizaciones hipotéticas que hubiese realizado si el plan se hubiera puesto en marcha cuando tenía la edad  $x_e$ , con la pensión que recibiría

$$t_x W_x \ddot{a}_{x:65-x}^{(q)} = R_x {}_{65-x_e} \ddot{a}_{x_e}^{(12)} = R_x {}_{65-x_e} E_{x_e} \ddot{a}_{x_e}^{(12)}$$

Como esta proporción se aplica al salario real  $W_x$ , el Coste Normal para un partícipe será

$$CN_x(0) = t_{x_e} W_x$$

y para todos los partícipes de edad  $x$  es

$$CN_x = l_x CN_x(0)$$

siendo el Coste Normal

$$CN = \sum_{x=25}^{60} CN_x = 10329.04$$

inferior al que se tenía cuando no se reconocía pensión por los años trabajados antes de  $t = 0$  (método basado en la edad de entrada). Pero habrá que calcular el Coste Adicional originado por el hecho de no haber pagado cotizaciones en  $[x_e, x)$ . El cálculo de este coste en  $t = 0$  se detalla a continuación:

$\ddot{a}_{65}^{(12)} = \ddot{a}_{65} - 11/24 = 12,78$								
$x$	$x_e$	$l_x$	$W_x$	$W_{x_e}$	$R_x$	$t_{x_e}$	$CN_x(0)$	$CN_x$
25	23	45	500	480,58	311,72	5,73 %	28,65	1289,25
28	24	48	550	508,11	318,13	5,82 %	32,01	1536,48
30	25	35	600	543,44	328,25	5,91 %	35,46	1241,10
33	25	27	650	554,77	335,09	5,91 %	38,42	1037,21
35	26	19	700	574,27	346,85	5,91 %	41,37	786,03
38	28	22	750	591,37	344,4	6,01 %	45,07	991,65

continúa en la siguiente página

$\ddot{a}_{65}^{(12)} = \ddot{a}_{65} - 11/24 = 12,78$								
$x$	$x_e$	$l_x$	$W_x$	$W_{x_e}$	$R_x$	$t_{x_e}$	$CN_x(0)$	$CN_x$
40	29	13	800	630,79	340,85	6,20 %	49,60	644,80
43	30	4	850	644,19	334,94	6,31 %	53,63	214,54
45	32	6	900	668,71	334,32	6,41 %	57,59	346,14
50	33	15	1000	700,16	322,85	6,62 %	66,20	993,00
55	33	9	1200	776,21	343,29	6,73 %	80,76	726,84
60	35	5	1500	914,30	370,91	6,96 %	104,4	522,00
							<b>CN = 10329,04</b>	

CUADRO 4.1: Cálculo del *Coste Normal*

El coste adicional o suplementario se obtiene calculando el coste adicional para cada partícipe de edad  $x$ , y que entró en el plan a la edad  $x_e$ . Como ha estado cotizando una proporción del salario,  $t_{x_e}$ , inferior a la que le hubiese correspondido,  $t_x$ , si hubiese empezado a trabajar a la edad  $x(t = 0)$ , debería aportar en  $t = 0$  una cantidad equivalente a la que hubiera aportado si hubiera cotizado en  $x_e$ , esto es, el VAA final de una renta devengada en el intervalo  $[x_e, x]$ , cuyo primer término es  $t_x W_x$ , creciente a una tasa  $q$ . Este *Coste Adicional* para un partícipe de edad  $x$ , y que entró en el plan a la edad  $x_e$  es (como  $x_e$  está relacionado con  $x$ , se puede usar como subíndice cualquiera de los dos)

$$CA_{x_e}(0) = t_{x_e} W_{x_e} \ddot{s}_{x_e: x-x_e}^{(q)} = t_{x_e} W_{x_e} \frac{\ddot{a}_{x_e: x-x_e}^{(q)}}{x-x_e E_{x_e}} = CA_x(0)$$

Por lo tanto, el *Coste Adicional* del plan (que se calcula en  $t = 0$ ) es

$$CA = CA_0 = \sum_{x=25}^{60} l_x CA_x(0)$$

$x$	$x_e$	$l_x = l_{x_e}$	$W_x$	$W_{x_e}$	$CA_x(0)$	$CA_x = l_x CA_x(0)$
25	23	45	500	480,58	58,29	2622,94
28	24	48	550	508,11	131,93	6332,85
30	25	35	600	543,44	183,98	6439,16
33	25	27	650	554,77	206,48	5564,99
35	26	19	700	574,27	433,33	8423,34
38	28	22	750	591,37	587,29	12920,37
40	29	13	800	630,79	647,76	8420,83
43	30	4	850	644,19	828,91	3315,63
45	32	6	900	668,71	964,53	5787,15
50	33	15	1000	700,16	1369,20	20537,98
55	33	9	1200	776,21	2134,23	19208,09
60	35	5	1500	914,30	3288,23	16441,15
						<b>CN = 10329,04</b>

CUADRO 4.2: Cálculo del *Coste Adicional*

#### • MÉTODOS AGREGADOS

La equivalencia entre beneficios y cotizaciones se calcula para todo el colectivo.

#### D) Método agregado basado en la edad actual.



Si los beneficios se general a partir de la entrada en vigor del plan (en  $t = 0$ ), es decir, no hay *Coste Adicional*, la equivalencia actuarial es

$$\sum_{x < 65} l_x C_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = \sum_{x < 65} l_x R_{x:65-x} | \ddot{a}_x^{(m)} = CAT(0)$$

Con el Coste Normal se cubren las pensiones de los partícipes, siendo  $PA = 0$ .

Si se considera que las cotizaciones son constantes e iguales para todas las edades,  $C_x = C_c$ , esta cotización se deduce de la identidad anterior

$$C_c = CAT(0) / \sum_{x < 65} l_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|}$$

En el caso que las cotizaciones sean una parte,  $t_c$ , del salario, constante para todas las edades, es decir, en  $t = 0$  es  $C_x = t_c W_x$ , y en años sucesivos  $C_{x+t} = t_c W_{x+t} = t_c W_x (1+q)^t$ , por lo que la equivalencia actuarial entre prestaciones y cotizaciones se puede expresar como

$$\sum_{x < 65} l_x C_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = t_c \sum_{x < 65} l_x W_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|}^{(q)} = \sum_{x < 65} l_x R_{x:65-x} | \ddot{a}_x^{(m)} = CAT(0)$$

y, por lo tanto,

$$t_c = CAT(0) / \sum_{x < 65} l_x W_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|}^{(q)}$$

El *CAT* se calculó al principio:  $CAT(0) = 358113.09$ .

En el primer caso se obtiene una cotización constante  $C_c = CAT(0)/4827.79 = 74.18$ , para todas las edades, por lo que el *Coste Normal* es

$$CN = \sum_{x < 65} 74.18 l_x = 18396$$

CAT(0) = 358113,09				
$x$	$l_x$	$\ddot{a}_{x:\overline{65-x} }$	$l_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x} }$	$CN_x$
25	45	22,94	1032,3	3337,98
28	48	22,01	1056,48	3560,52
30	35	21,35	747,25	2596,21
33	27	20,27	547,29	2002,79
35	19	19,50	370,5	1409,37
38	22	18,27	401,94	1631,90
40	13	17,39	226,08	964,31
43	4	15,98	63,92	296,71
45	6	14,97	89,92	445,06
50	15	12,23	183,45	1112,66
55	9	9,08	81,72	667,60
60	5	5,41	27,05	370,89
Total 4827,79			<b>CN = 18396,00</b>	
$C_c = 74,18$				

En el segundo caso, es decir, con cotizaciones proporcionales al salario, hay que obtener  $t_c$  y el *Coste Normal*

$$CN = \sum_{x < 65} l_x t_c W_x$$

			CAT(0) = 358113,09		CN <sub>x</sub>
<i>x</i>	<i>l<sub>x</sub></i>	<i>W<sub>x</sub></i>	$\ddot{a}_{x:\overline{65-x} }^{(q)}$	$l_x W_x \ddot{a}_{x:\overline{65-x} }^{(q)}$	
25	45	500	31,8031	715569,75	2025,59
28	48	550	29,707	786474,48	2376,69
30	35	600	28,4158	596731,80	1890,55
33	27	650	26,3031	461619,41	1579,96
35	19	700	24,8625	330671,25	1197,35
38	22	750	22,6570	373840,50	1485,43
40	13	800	21,1584	220047,36	936,27
43	4	850	18,8703	64159,02	306,09
45	6	900	17,3182	93518,28	486,14
50	15	1000	13,3390	200085,00	1350,39
55	9	1200	9,18867	99237,64	972,28
60	5	1500	4,78994	35924,55	675,20
			Total 3977879,03		<b>CN = 15281,9369</b>
			$t_c = 9\%$		

#### E) Método agregado basado en la edad de entrada.

Si se considera que las cotizaciones son una proporción constante  $t_N$  del salario, para todas las edades que se obtiene mediante la equivalencia actuarial considerando como si cada partícipe hubiera pagado desde su edad de entrada  $x_e$ , se tiene

$$\sum_{x_e < 65} l_{x_e} C_{x_e} \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = t_N \sum_{x_e < 65} l_{x_e} W_{x_e} \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|}^{(q)} = \sum_{x_e < 65} l_{x_e} R_{x_e 65-x_e} \ddot{a}_{x_e}^{(m)}$$

El VAA de las cotizaciones es la suma de las cotizaciones del colectivo para todos los grupos de edad

$$\sum_{x_e < 65} l_{x_e} C_{x_e} \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|} = t_N \sum_{x_e < 65} l_{x_e} W_{x_e} \ddot{a}_{x:\overline{65-x}|}^{(q)} = \sum_{x_e < 65} K_{x_e}(0)$$

y el VAA de las pensiones también es la suma de éstas para todos los grupos de edad

$$\sum_{x_e < 65} l_{x_e} R_{x_e 65-x_e} \ddot{a}_{x_e}^{(m)} = \sum_{x_e < 65} P_{x_e}(0)$$

Como el grupo es cerrado, es  $l_x = l_{x_e}$ , y a cada  $x$  le corresponde una  $x_e$ , por lo que da igual considerar las sumatorias en  $x$  o en  $x_e$ .

De la identidad anterior se obtiene  $t_N$  y el *Coste Normal*

$$CN = \sum_{x < 65} l_x t_N W_x$$

El *Coste Adicional* o suplementario, en  $t = 0$ , se obtiene calculando el coste adicional para todos los partícipes de edades  $x$ , y que entraron en el plan a las edades  $x_e$ . Como han estado cotizando una proporción del salario,  $t_N$ , inferior a la que les hubiese correspondido,  $t_c$ , si hubiesen empezado a trabajar a la edad  $x$  ( $t = 0$ ), deberán aportar en  $t = 0$  una cantidad equivalente a la que hubieran aportado si hubieran cotizado desde  $x_e$ , esto es, el VAA final de una renta devengada en el intervalo  $[x_e, x)$ , cuyo primer término para cada uno es  $t_N W_{x_e}$ , creciente a una tasa  $q$ . A un partícipe de edad de entrada  $x_e$ , le correspondería amortizar

$$CA_{x_e}(0) = t_N W_{x_e} \ddot{s}_{x_e:x-x_e|}^{(q)} = t_N W_{x_e} \frac{aa}{aa} = CA_x(0)$$

aunque en realidad no le afectará si es más o menos, pues el CA será financiado o amortizado por todo el colectivo conjuntamente, siendo

$$CA = CA_0 = \sum_{x=25}^{60} l_x CA_x(0)$$

(como  $x_e$  está relacionado con  $x$ , se puede usar como subíndice cualquiera de los dos)

							$t_N = 6,02\%$	
$x$	$x_e$	$l_x = l_{x_e}$	$W_x$	$W_{x_e}$	$K_x(0)$	$P_{x_e}(0)$	$CN_x$	$t_{x_e}$
25	23	45	500	480,58	41003,61	716094,48	1353,95	5,73 %
28	24	48	550	508,11	46059,86	791705,29	1588,64	5,82 %
30	25	35	600	543,44	35758,66	604906,39	1263,69	5,91 %
33	25	27	650	554,77	28160,39	476371,18	1056,08	5,91 %
35	26	19	700	574,27	20512,22	346992,16	800,34	5,91 %
38	28	22	750	591,37	24335,46	405120,89	992,90	6,01 %
40	29	13	800	630,79	15155,8	244293,41	625,83	6,20 %
43	30	4	850	644,19	4729,21	75001,21	204,60	6,31 %
45	32	6	900	668,71	7307,31	114012,25	324,95	6,41 %
50	33	15	1000	700,16	18791,52	283711,29	902,63	6,62 %
55	33	9	1200	776,21	12373,99	183750,04	649,90	6,73 %
60	35	5	1500	914,30	7914,14	113658,68	451,32	6,96 %
<b>TOTAL 262102,17 4355617,27</b>							<b>CN=10214,82</b>	

Cada grupo de edad habría tenido que cotizar  $t_{x_e} = K_{x_e}(0)/P_{x_e}(0)$  si no se aplicase una tasa común  $t_N$ .

$CA_x(0)$	$CA_x$
110,26	2756,5
233,94	6550,3
218,49	6554,76
171,97	5675,08
244,99	8574,57
340,61	12943,17
204,20	8167,87
73,59	3164,22
120,74	5433,5
373,18	18659,21
312,08	17164,17
236,81	14208,62
<b>CA=109851,97</b>	

#### 4.8.4. Anualidad de amortización del Coste Adicional

Para el cálculo de la anualidad de amortización del *coste adicional*, hay que comprobar las **tres condiciones** que debe cumplir.

I) La **primera condición** es que el CA debe amortizarse en un número de años,  $n$ , que debe ser

$$n < 65 - \bar{x}_A$$

siendo  $\bar{x}_A$  la edad media del colectivo que corresponde a una probabilidad media de fallecimiento

$$q_{\bar{x}_A} = \frac{\sum_{x < 65} l_x q_x}{\sum_{x < 65} l_x}$$

Es decir, calculada la edad media de fallecimiento, con las tablas de mortalidad (GRM), se obtiene  $\bar{X}_A$ .

En el ejemplo, la probabilidad media de fallecimiento es  $q_{\bar{x}_A} = 0.00187875$ , lo que corresponde a una edad  $\bar{x}_A \approx 39$ . Si se toma como plazo de amortización, por ejemplo,  $n = 20$ , se verifica la primera condición,  $n < 65 - \bar{x}_A$ . La anualidad de amortización se calcula a partir de la equivalencia financiera

$$CA = \alpha \ddot{a}_{\bar{n}|i} = \alpha(1+i) \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$$

Para  $i = 3.1\%$  y  $n = 20$ , es  $\ddot{a}_{20|0.031} = 15.1978183$ .

Así pues, la anualidad de amortización es:

	$CA=PA(0)$	Anualidad $a$
Método de los beneficios acumulados	85554,46	5629,39
Método de los beneficios proyectados	116024,48	7634,29
Método agregado de beneficios proyectados	109851,97	7228,14

II) La **segunda condición** que debe cumplirse es que la anualidad cubra el valor actual de los intereses  $iv$   $CA$  anuales del  $CA$ . Basta que lo cumpla para  $t = 0$ , como así es

	Anualidad $a$	Intereses
Método de los beneficios acumulados	5629,39	2734,41
Método de los beneficios proyectados	7634,29	3708,26
Método agregado de beneficios proyectados	7228,14	3510,98

III) Finalmente, la **tercera condición** es que el fondo acumulado cubra las pensiones causadas. Como el grupo de mayor edad es de 60 años, las primeras jubilaciones son dentro de 5 años. Entre los años 5 a 9 hay  $l_{60} = 5$  jubilados, entre los años 10 a 14,  $l_{60} + l_{55} = 14$  jubilados,..., si viven todos. La renta de jubilación de los 5 primeros es  $R_{60} = 370.91$ .

Año	Jubilados	$R_x$	$\ddot{a}_x^{(12)}$	Pensiones	CN acumulados		
					Benef. acum.	Benef. proy.	Agregado
5	5	370,91	13,17652565	24436,69	44669	53754	53158
6	5	370,91	12,76158690	23667,16	54341	65158	64436
7	5	370,91	12,34555297	22895,60	64552	76790	75940

El VAA de las pensiones acreditadas es  $\sum_{x \geq 65} l_x \ddot{a}_x^{(12)} R_x$ , por lo que los CN acumulados las cubren, en los tres métodos de cálculo.

Para la segunda generación de jubilados, a partir del año 10, la pensión que les corresponde es  $R_x = K_1(x) + K_2(x) = 343$ . En  $t = 10$

$$\sum_{x=65} l_x R_x \ddot{a}_{65}^{(12)} = 9 \times 343 \times 13.17652565 = 40675$$

por lo tanto, lo que tenían 55 años originan un coste de 40675 y la primera generación,  $5_5p_{65}\ddot{a}_{70}370.91 \approx 2000$ , es decir, existen unas necesidades del orden de 60675, que están cubiertas con los tres métodos.

El resumen de los cinco métodos se muestra a continuación:

Capitalización individual	CN	Anualidad $a$	Aportación	Increment. CN
Beneficios proyectados	8171	5629	13800	9 %
Beneficios esperados $(x)$	20146		20146	2 %
Beneficios esperados $(x_e)$	10329	7634	17963	2 %
Capitalización colectiva				
$(x)$	15282		15282	2 %
$(x_e)$	10215	7228	17443	2 %

CUADRO 4.3: Cuadro resumen de los métodos

## 4.9. Conclusiones del capítulo

Hemos visto que la construcción de planes de pensiones se sustentan sobre técnicas actuariales que elaboran estos modelos bajo condiciones aleatorias y de riesgo en cuanto a que los individuos toman decisiones laborales y de ocio a lo largo de sus vidas, sujeto a incertidumbre sobre sus fechas de fallecimiento y en un entorno con alta mortalidad. Un individuo que ahorra para la jubilación se enfrenta a un alto riesgo de morir antes de poder disfrutar de su tiempo libre planeado. En este caso, el plan óptimo es que las personas trabajen hasta que fallezcan, sin embargo, a medida que la mortalidad disminuye, se vuelve óptimo planificar y ahorrar para la jubilación.

Configurar la estructura de un plan de pensiones viable es un problema que dadas las circunstancias actuales tanto demográficas como económicas, tiene una importancia especial en estos días. En este capítulo hemos adoptado un enfoque teórico y hemos tratado de explicar, desde un punto de vista actuarial el funcionamiento de los mismos. Quizás, en los casos en que las pensiones de la Seguridad Social se financien con el sistema de reparto, tal vez haya menos posibilidades para un enfoque teórico sofisticado del tema. Sin embargo, es un hecho histórico que, en los primeros días de la seguridad social, las pensiones de seguridad social se financiaron de acuerdo con una extensión del principio de plena financiación de las pensiones profesionales (Iyer, 1999, [14]).

Por otro lado, como señalan Crescentini y Spandonaro, (1992) [15] existen diferentes metodologías para las proyecciones de los esquemas de pensiones de seguridad social, las cuales incluyen:

- (a) métodos actuariales;
- (b) métodos econométricos y
- (c) métodos mixtos.

Los métodos actuariales se han aplicado durante mucho tiempo en el campo de los seguros y también han demostrado ser valiosos para las proyecciones de seguridad social. Los métodos econométricos son, en realidad, extrapolaciones de tendencias pasadas, utilizando técnicas de regresión. Esencialmente, la diferencia entre los dos es que los métodos actuariales dependen de factores endógenos (es decir, internos del modelo), mientras que los métodos econométricos se basan en factores exógenos. Finalmente, los métodos mixtos se basan en parte en factores endógenos y en parte en factores exógenos. En este sentido cabe destacar el trabajo de Lumsdaine y otros, (1992), [16], investigación que en su momento planteaba la relación entre la complejidad computacional y la validez predictiva de tres modelos de jubilación y aunque hoy día las técnicas computacionales haya avanzado y permitan calcular modelos más complejos, estos autores comparan tres métodos: el primero se trata de un modelo probit, el segundo, el modelo “option value” ya desarrollado previamente por Stock y Wise (1990 [17] y 1990 [18]) y el tercero, modelo estocástico de programación dinámica.

Sin olvidar, por un lado, las fuentes de incertidumbre a la hora de afrontar la jubilación, como el papel que desempeña actualmente el cambio tecnológico, la productividad y la fertilidad futura (Blitzstein y otros, 2006, [19]) y por otro, los cambios que están ocurriendo en los conectados mundos de las finanzas y del ramo de los seguros de vida, hemos creído conveniente exponer los modelos de planes de pensiones encajando riesgos demográficos (longevidad y mortalidad) y variables financieras desde una perspectiva matemática actuarial para la gestión de este tipo de riesgos.

## Referencias bibliográficas

- [1] Rifkin, J.: **“El Siglo de la Biotecnología”**. Ed. Paidós, Barcelona, (2009).
- [2] De la Peña Esteban, J. I.: **“¿Es Posible Una Estrategia Inmunizadora en los Planes de Pensiones de Aportación Definida?”**, *Anales Instituto de Actuarios Españoles*, 3, págs.: 105-138, (1998).
- [3] Vegas Asensio, J.: **“El Riesgo de Longevidad en los Planes de Pensiones”**, *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, nº 6, 3<sup>era</sup> época, págs.: 119-157, (2000).
- [4] Bowers, N. y otros: **“Actuarial Mathematics”**, 2a ed. Publicado por *The Society of Actuaries*, (1997).
- [5] Wise, A. J.: **“The Matching fo Assets to Liabilities”**, *The Journal of the Institute of Actuaries*, nº 111, (1984), London.
- [6] Winklevoss, H. E.: **“Pension Mathematics: With Numerical Illustrations”**, *Pension Research Council*, Wharton University, Irwin Inc., (1977).
- [7] Trigo Martínez, E, Moreno Ruíz, R. y otros.: **“Nuevos Instrumentos Para la Gestión de los Riesgos de Longevidad/Mortalidad”**, *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, 3era época, 19, 101-134 (2013).
- [8] World Bank: **“Averting the Old Age Crisis: Policies to Protect the Old and Promote the Growth”**, *World Bank Policy Research Report*, Oxford University Press, (1994).
- [9] Ayuso, M. y Holzmann, R.: **“Longevidad: Un Breve Análisis Global y Actuarial”**, *Instituto BBVA de Pensiones*, (2014).
- [10] Silverman, S. y Simpson, P.: **“Case Study: Modelling Longevity Risk for Solvency II”**, *Milliman Research Report*, (2011).
- [11] Börger, M.: **“Deterministic Shock vs. Stochastic Value-at-Risk – An Analysis of the Solvency II Standard Model Approach to Longevity Risk”**, *Blätter DGVFM*, 31, págs.: 225-259, (2010).
- [12] Cairns, A. J.: **“An Introduction to Stochastic Pension Plan Modelling”**, *Workshop on Interest Rate Risk*. (August 1994). Disponible on-line en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.445.9363rep=repltype=pdf>
- [13] Peláez Feroso, F. J. y García González, A.: **“Valoración Actuarial de un Plan de Pensiones según los Métodos Individual y Agregado de la Edad Normal de Entrada”**, *Cuadernos del CIMBAGE*, nº 6, págs.: 45.74, (2003).
- [14] Iyer, S.: **“Actuarial Mathematics of Social Security Pensions”**. *Quantitative Methods in Social Protection Series*, International Labour Organization, Geneva. (1999).

- [15] Crescentini, L. y Spandonaro, F.: **“Methodological Developments in Forecasting Techniques”**. En *Quantitative Analysis and the Planning of Social Protection*, International Labour Organization, Geneva. (1992).
- [16] Lumsdaine, R. L., Stock, J. H. y Wise, D. A.: **“Three Models of Retirement: Computational Complexity Versus Predictive Validity”**, David A. Wise, editor: *Topics in the Economics of Aging*. Chicago: The University of Chicago Press, pp. 21-60, (Abril 1992).
- [17] Stock, J. H. y Wise, D.: **“The Pension Inducement to Retire: An Option Value Analysis”**. En: *Issues in the Economics of Ages*, David A. Wise (Editor), págs.: 205-224. University Press of Chicago (Chicago), (1990).
- [18] Stock, J. H. y Wise, D.: **“Pensions, the Option Value of Work, and Retirement”**. *Econometrica*, 58 (5), págs.: 1151-1180, (1990).
- [19] Blitzstein, D., Mitchell, O. S. y Utkus, S. (Eds.): **“Restructuring Retirement Risks”**, Oxford University Press, (2006).



## Capítulo 5

# El caso español

*“Lo increíble de España es que, con una clase política tan inepta, todavía exista el país.” – Otto Von Bismarck*

### 5.1. Introducción: Breve concepto jurídico de Seguridad Social

Es necesario, conforme nos acercamos a la segunda parte de este trabajo, centrarnos en nuestro país por motivos evidentes. Una vez analizada la parte demográfica y los efectos que está provocando a nivel mundial en diferentes países, entre ellos España, vamos dirigiendo nuestra atención hacia las particularidades de un país que a pesar de tener una democracia ‘relativamente’ joven aún y haber salido de una época de aislamiento y autarquía, se ha posicionado como uno de los principales países en aspectos relacionados con la protección de la salud y de la vejez.

A la vez que definimos, de forma sucinta una noción básica del concepto de Seguridad Social en el siguiente párrafo, no podíamos continuar este capítulo sin hacer un breve recorrido por el sistema de pensiones. Básicamente, este será nuestro punto de partida, donde desarrollaremos la evolución a través de diversas etapas comenzando al finalizar la guerra civil y hasta llegar hasta nuestros días. A continuación estudiaremos el sistema de pensiones actual, así como la reforma llevada a cabo en 2013, en la cual analizaremos (de nuevo y al igual que en el capítulo anterior, desde un punto de vista más actuarial) dos parámetros introducidos en esa reforma: el *índice de revalorización de las pensiones*, (IRP), un mecanismo de ajuste automático que viene a sustituir al IPC y que indica, de forma más objetiva que el IPC cual es la revalorización que tendría que aplicarse a todas las pensiones existentes para conseguir el equilibrio financiero del sistema de pensiones en un plazo relativamente corto de años y el otro parámetro que veremos, el *factor de sostenibilidad*, (FS), un factor de ajuste a la baja (o al alza) en la misma medida en la que crece (o disminuye) la esperanza de vida en cada momento respecto a un periodo base previo. Posteriormente, expondremos la tensa relación que siempre han tenido política y pensiones, pues en los últimos años y por diversas razones se ha convertido en un tema muy usado para hacer política con tintes populistas. Finalmente, analizaremos la sostenibilidad del actual sistema de pensiones y las perspectivas que se presentan a medio y largo plazo.

Aunque en el capítulo tercero ya estudiamos la figura del sistema (público) de pensiones, sus orígenes y algunos modelos de ellos en los principales países, apenas hicimos mención al concepto de Seguridad Social entendido como “*el instrumento estatal concreto, protector de necesidades sociales, individuales y colectivas, a cuya protección preventiva, reparadora y recuperadora tienen derecho los ciudadanos, en la extensión, límites y condiciones que las normas dispongan, según permite su organización financiera*”. (Almansa Pastor, 1991, [1]). Por lo tanto, todo sistema de Seguridad Social se erige como garante protector de ciertas necesidades sociales en las contingencias y situaciones que se contemplen en la ley.<sup>1</sup>

### 5.2. Evolución histórica de la Seguridad Social en España

El sistema de pensiones español nace en una época convulsa para tratar de apaciguar los ánimos de una clase obrera que exigía cambios en su situación. La creación del *Instituto Nacional de Previsión* da lugar al

<sup>1</sup> El art. 42 de la *Ley General de la Seguridad Social*, enumera todas las siguientes prestaciones económicas.

establecimiento de un sistema de libertad subsidiada por el que los trabajadores se adscribían voluntariamente y cuyas cuotas eran pagadas por empresarios y estado. En 1919 se sustituye por un sistema de afiliación obligatorio pero siempre bajo el régimen de capitalización. Tras distintas mejoras para lograr una mayor penetración, en 1939 se da por concluido ese período y se sustituye por uno de reparto, que perdura hasta nuestros días.

### 5.2.1. Los primeros sistemas de protección hasta 1939

La evolución en España de los sistemas de protección frente a los riesgos sociales sigue las pautas clásicas, salvo por lo que respecta a la aparición de los Seguros Sociales que, debido al retraso del proceso de industrialización española o *Revolución Industrial*, lo hacen más tarde; concretamente en los primeros años del siglo pasado. Hasta esta fecha, los únicos sistemas de protección frente a la necesidad eran el ahorro individual, la solidaridad familiar, la beneficencia, la mutualidad o los seguros privados. De entre estas técnicas, convendría señalar, en el caso español, como en otros ejemplos de Derecho comparado, la **mutualidad**. El antecedente remoto de la previsión social, hasta su eliminación como consecuencia del triunfo de las ideologías liberales, fue el *Gremio*, y sus variaciones (cofradías o hermandades, por ejemplo). Además de regular los aspectos profesionales del trabajo (organización del mismo, categorías, reglas de ascenso de aprendiz a oficial y a maestro, jornadas, trabajos, etc.) tenían por objetivo el amparo de los trabajadores en caso de infortunio.

Sin embargo, importando las tendencias liberales, se suprimió en el siglo XVIII el régimen gremial. Sobre la base de que entre el individuo y el Estado no podía haber intermediario alguno, la *Real Orden de 26 de mayo de 1790* declaró libre el ejercicio de las industrias y decretó plena libertad para la instalación de talleres. Esta situación impactó en la situación del trabajador y la protección frente a los riesgos sociales: la relación de trabajo quedaba sujeta al concierto de voluntades trabajador-patrono, y cualquier intervención de tercero era penado, provocando la situación social de pobreza de la clase obrera que dio pie a los movimientos asociacionistas de base socialista\comunista\anarquista.

Tuvieron que pasar casi ochenta años para que en España se concediera el derecho de asociación, siempre que no tuviera carácter profesional o sindical, en cuyo marco se desarrollaron las sociedades de socorros mutuos (Montes de Piedad), lo que tuvo lugar a partir de 1869, aunque el germen de la protección social del trabajador se encuentra en la creación de la Comisión de Reformas Sociales de 1883 y 1900. De este modo, y siguiendo las experiencias europeas, se promulga la primera *Ley de Accidentes de Trabajo* para la industria, que abandona la teoría de la culpa. Esta ley, también llamada *Ley Dato*, se inspiraba en la *Ley Francesa de 1899* y en su momento fue la única medida de regulación del trabajo femenino e infantil. Como señala Elu Terán, (2006) [2], la ley de 1900 establecerá como *social* el riesgo de accidente de trabajo en tanto en cuanto introduce el “*principio de responsabilidad objetiva del empresario con independencia de su intervención culposa en la producción del daño: por el mero hecho de desarrollar una actividad industrial de la que obtiene beneficios, se le atribuye al empresario la obligación de responder de los daños que se produzcan en su fábrica*”.

Con estos antecedentes, se va configurando poco a poco la protección de la vejez en España cuyo hito más importante y punto de partida es la creación del Instituto Nacional de Previsión (INP) en 1908, con los objetivos de “*difundir e inculcar la previsión popular, especialmente la realizada en forma de pensiones de retiro, administrar la mutualidad de asociados que al efecto, y voluntariamente, se constituya bajo este Patronato, en las condiciones más beneficiosas para los mismos, y estimular y favorecer dicha práctica de pensiones de retiro, procurando su bonificación con carácter general o especial, por entidades oficiales o particulares*”, junto a **un diseño de pensiones de vejez en un régimen de afiliación libre subvencionada por el Estado**. El primer sistema público de pensiones de jubilación (*Retiro Obrero Obligatorio*) se crea en 1919, asistiendo así a la imposición de la obligatoriedad de las pensiones y pudiéndose hablar con cierta solidez de Seguros Sociales. Con esta operación el gobierno pretendía corregir el desfase en la protección de los trabajadores que existía en España en relación con países vecinos. Según Maluquer (1986), [3], en Alemania la afiliación era obligatoria desde 1889; en Italia, la Ley de retiros obreros se aprobó en 1898, con dos reformas posteriores en 1901 y 1904; en Bélgica, la primera ley de jubilación (la de la *Caisse Générale d'Épargne et de Retraite*) se aprobó en 1865.

En el **cuadro 5.1** se observan las primeras leyes de pensiones aprobadas en cada país antes de la Gran Guerra, junto con el tipo de régimen escogido.

CUADRO 5.1: Fechas de aprobación de las primeras leyes de pensiones antes de la Primera Guerra Mundial

País	Año	País	Año <sup>1</sup>
Alemania	1891	Reino Unido	1908* 1925
Dinamarca	(1895) 1910	España	(1908) 1919
Francia	(1897) 1937	Islandia	1909
Finlandia	(1898) 1919	Luxemburgo	1911
Italia	1898* 1938	Rumanía	1912
Bélgica	(1900) 1924	Holanda	1913
Austria	1906	Suecia	1913
Australia	1908* 1942		

1. Entre paréntesis, fecha entrada en vigor del régimen de libertad subsidiada.

\* Sistemas asistenciales de pensiones, no contributivos.

(Fuente: Pons y Silvestre, 2010, [4])

Este seguro obligatorio de vejez español, alcanzaría a toda la población asalariada, cuya edad estaba comprendida entre los dieciséis y los sesenta y cinco años y cuyo haber anual por todos los conceptos no excediera de 4.000 pesetas. Financieramente, el seguro estaba organizado de forma transitoria, de forma que en una primera fase contribuyeran el Estado y los patronos, y sólo en una segunda fase también los obreros. El aseguramiento se materializaba en la apertura de unas libretas de ahorro individuales en las que se ingresaban las aportaciones correspondientes de cada sujeto, 3 pesetas al mes, que se completaba con una bonificación del Estado. Sobre la base de un sistema de capitalización primitivo, el sujeto devengaría a partir de los 55, 60 o 65 años, una pensión vitalicia de 365 pesetas mediante diferentes modalidades ofrecidas por el INP. En el siguiente cuadro, se pueden apreciar las diferentes tipologías que podían adoptar estos beneficios.

Rentas vitalicias	Capital cedido	Mitad	Muerte antes y después del retiro
			Muerte antes del retiro
	Capital reservado	Todo	Muerte antes y después del retiro
			Muerte antes del retiro

FIGURA 5.1: Modalidades de renta vitalicia ofrecidas por el INP durante el periodo de libertad subsidiada.

(Fuente: A. Elu Terán, 2006 [2])

Sobre la base de una legislación social incipiente que tenía por objeto la protección de las mujeres trabajadoras y tras varios intentos, **se instauró en 1923 un seguro de maternidad**, por el que se estableció un subsidio a favor de la trabajadora a fin de contribuir a los gastos de parto y periodo posterior de descanso obligatorio.

La estructura formal del Instituto se caracterizaba por un régimen de descentralización operativa vigente hasta 1936, promoviendo, además, la participación de cajas colaboradoras que, ostentando la representación de la institución central, se establecieran o existieran ya en una determinada provincia o región [2].

En el **cuadro 5.2** se pueden observar los resultados de afiliación y fondos acumulados, cuya característica a resaltar es la caída en el ritmo de afiliación en el Instituto.

Año	N. afiliados	Γ %
1909	1.261	-
1910	8.313	559,24
1911	19.977	140,31
1912	27.412	37,22
1913	49.244	79,64
1914	60.291	22,43
1915	65.350	8,39
1916	69.549	6,43
1917	74.920	7,72
1918	78.166	4,33

CUADRO 5.2: Afiliación INP y cajas colaboradoras  
(Fuente: A. Elu Terán, 2006 [2])

En lo referente a la protección inicial de la familia, *el Real Decreto Ley de 21 de junio de 1926 de protección a las familias numerosas de funcionarios públicos y de la clase obrera*, estableció un subsidio a las familias numerosas (8 o más hijos) de clase obrera, así como algunos beneficios sociales para el funcionario padre de familia numerosa.

Durante la Dictadura de Primo de Rivera se reformó este seguro, incluyendo una vertiente de asistencia sanitaria; y del mismo modo se establecieron correcciones en 1931, durante la II República, que puso en práctica el seguro de maternidad con carácter obligatorio y lo vinculó al retiro obrero.

Es importante mencionar que **fue durante la II República cuando se desarrolló de forma más relevante la materia de legislación de previsión social**, la cual se concretó en una ampliación de la protección, elevándose a rango constitucional el derecho a la Seguridad Social, concretamente, el *artículo 46 de la Constitución Republicana* establecía que: “*la república asegurará a todo trabajador las condiciones necesarias para una existencia digna. Su legislación social regulará: los casos de seguro de enfermedad, accidente, paro forzoso, vejez, invalidez y muerte...*”.

En el **cuadro 5.3** se puede observar la incidencia real del *retiro obrero obligatorio* (ROO), en base a cifras de afiliación y contización logradas.

Así, se puede observar que, de una afiliación potencial estimada en alrededor de 7 millones de individuos en el momento de la implantación del seguro en 1921, el ROO no logró plena cobertura, sobre todo en territorios predominantemente rurales, confirmando así el incumplimiento de la ley en las zonas agrícolas, lo que se convirtió en un lastre al valorar la eficacia del primer seguro obligatorio.

Además, dicho lastre en tales regiones terminó imposibilitando la supervivencia de las cajas colaboradoras establecidas en esas zonas, viéndose obligadas a reclamar ayuda financiera al INP a partir de 1933, cuando se vieron desbordadas por los gastos corrientes.

Hasta el estallido de la Guerra Civil, el INP plasmó la *evidencia legal de un compromiso público en favor de la protección de la vejez*, cuya implicación estatal fue la de participar económicamente en la formación de distintas modalidades de pensión *a través de la bonificación de imposiciones realizadas libremente y garantizadas por el Estado*.

No fueron pocos los escollos que se encontró el INP en toda su etapa y si bien no puede calificarse como un instrumento útil y efectivo de protección o pacificación obrera, debido a la limitada incidencia de las pensiones contratadas sobre por trabajadores cualificados para quienes el ahorro era más factible, la llegada del ROO tampoco ahorró dificultades a su desarrollo. No obstante, la figura de este Retiro Obrero Obligatorio merece ser considerada como la primera gran medida de protección social adoptada en España y el valor del **Instituto Nacional de Previsión** está fuera de toda duda como superador de obstáculos de carácter ideológico, institucional y práctico hasta conseguir la definitiva implantación del primer seguro obligatorio español a favor de los trabajadores.

Durante el periodo de la Guerra Civil, entre 1936 y 1939, la legislación de los seguros sociales se dividió y duplicó, existiendo una legislación en la zona republicana y otra diferente en la zona nacional, de modo que

Año	Libertad subsidiada	Retiro Obrero Obligatorio				Total General	Γ %
		primer grupo	Γ %	segundo grupo	Γ %		
1909	1.261					1.261	
1910	8.313					8.313	
1911	19.977					19.977	
1912	27.412					27.412	
1913	49.244					49.244	
1914	60.291					60.291	
1915	65.350					65.350	
1916	69.549					69.549	
1917	74.920					74.920	
1918	78.166					78.166	
1919	90.121					90.121	
1920	109.236					109.236	
1921	115.031					115.031	
1922	118.043	708.276		130.322		956.641	
1923	119.769	1.041.271	47,01	171.352	31,48	1.332.392	39,28
1924	123.348	1.380.995	32,63	216.725	26,48	1.721.068	29,17
1925	123.820	1.730.545	25,31	258.959	19,49	2.113.324	22,79
1926	124.196	2.070.379	19,64	307.695	18,82	2.502.270	18,40
1927	126.404	2.108.554	1,84	321.943	4,63	2.556.901	2,18
1928	160.655	2.446.960	16,05	366.783	13,93	2.974.398	16,33
1929	166.732	2.817.514	15,14	414.614	13,04	3.398.860	14,27
1930	170.047	3.151.385	11,85	467.324	12,71	3.788.756	11,47
1931	175.337	3.502.342	11,14	515.540	10,32	4.193.219	10,68
1932	179.220	3.844.400	9,77	566.798	9,94	4.590.418	9,47
1933	181.590	4.191.856	9,04	620.344	9,45	4.993.790	8,79
1934	185.846	4.500.812	7,37	658.984	6,23	5.345.642	7,05
1935	189.020	4.868.518	8,17	706.290	7,18	5.763.828	7,82

CUADRO 5.3: Afiliación a las pensiones de vejez del INP y cajas colaboradoras (cifras acumuladas)

(Fuente: A. Elu Terán, 2006 [2])

en esta última, el **Fuero del Trabajo** contenía un programa de seguridad social. Esta oscura etapa en nuestra reciente historia dio paso a un período de penuria económica y de represión política que se prolongó hasta 1975.

### 5.2.2. Las ayudas a la vejez en la etapa franquista (1939-1959)

En esta etapa sigue la ampliación y desarrollo de la protección de la vejez iniciada durante la II República, (Quintero Lima 2008) [5], si bien, desde una perspectiva social, *“la instauración del régimen dictatorial implica la desaparición de la esfera pública de los reformadores y representantes de los trabajadores, que habían impulsado las políticas sociales de los trabajadores durante la República”*,<sup>2</sup> siendo durante estos años cuando surgen los diferentes seguros sociales, que aunque nacen de forma un poco arbitraria, todo es en cumplimiento de esa previsión de “Fuero de los españoles” mencionada anteriormente.

Así, la *Ley de 1 de septiembre de 1939* implanta un *Subsidio de Vejez e Invalidez* en sustitución del *Retiro Obrero* y que según Velarde Fuentes, (1990) [6], *“es fundamentalmente un seguro de vejez, dado que concibe la invalidez como «vejez prematura» o «desgaste prematuro del organismo»”*. Este nuevo subsidio cubre a trabajadores asalariados entre 16-65 años con renta anual máxima de 6.000 pesetas, quedando excluidos del sistema los funcionarios o contratados estatales y locales y los empleados domésticos y establecía un sistema de pensiones fijas (tres pesetas/día) frente al sistema de capitalización de aquel. A este seguro de vejez se le vinculó en 1947 la protección de las situaciones de invalidez derivada de accidentes no laborales y de enfermedades comunes, formando un sistema más genérico, el *Seguro Obrero de Vejez e Invalidez*, SOVI, (García Padilla, 1990) [7]. Para

<sup>2</sup>Campos Egozcue, B.: *“La Construcción De Una Política Social de Vejez En España: Del Franquismo A La Normalización Democrática.”* Revista de Investigaciones Sociológicas, nº73, págs.: 239-263, (2014)

tener derecho a las prestaciones del *SOVI* es necesario: haber cumplido 65 años (60 en el supuesto de pensión por invalidez), tener cubiertos mil ochocientos días de cotizaciones a los regímenes de vejez especiales o haber estado afiliado al *Retiro Obrero Obligatorio* con anterioridad a diciembre de 1939, no tener derecho a ninguna otra pensión y no realizar ningún tipo de trabajo o actividad (Campos Egozcue, 2014) [8].

Las enfermedades profesionales, por otro lado, fueron también aseguradas; al principio, de forma parcial, instaurando el *Seguro de Silicosis* en marzo de 1941; posteriormente, mediante la *Orden Ministerial de 19 de junio de 1945*, se hizo extensivo a todas las empresas de la industria y el comercio, el PLUS DE CARGAS FAMILIARES, cuyo fundamento se sostenía en la compensación del crecimiento constante del coste de la vida, reconociendo así la protección tanto de los hijos menores de 23 años solteros que vivieran a expensas del progenitor y no percibieran sueldo alguno como de los ascendientes del mismo o hermanos a cargo que reunieran una serie de requisitos.

El *Decreto de 10 de enero de 1947* estableció el *Servicio de Seguro de Enfermedades Profesionales*; también durante esa época fue bastante innovador el establecimiento del *Seguro Obligatorio de Enfermedad*.

En 1955, el seguro de vejez e invalidez quedó convertido en el *Seguro de Vejez, Invalidez y Muerte*, que incluía el riesgo de muerte por contingencias no profesionales e indemnizaba a los derecho-habientes<sup>3</sup>. En lo relativo a los accidentes de trabajo, en 1956 se procedió a la refundición de la extensa normativa existente, de forma que el decreto de 22 de junio de ese mismo año estableció el *Texto Refundido de la Ley y del reglamento de Accidentes de Trabajo*.

La apuesta del régimen de la época por una política familiar durante este período autárquico, con una perspectiva *asistencial* de protección de los ancianos en ese núcleo, otras instituciones, tales como el *Auxilio Social* o la *Dirección General de Beneficencia*, ayudaban a complementar la red de asistencia pública a los ancianos. Aún así, el nivel de las prestaciones sociales es escaso, a pesar de la propaganda del régimen, pues las dificultades y penurias del período acentúan la pobreza estructural de la población anciana, poniendo de manifiesto la incapacidad del estado para hacer frente a ciertas necesidades sociales y depositando dichas responsabilidades en el sector privado religioso bajo una ideología nacionalista tradicional, de forma que no será hasta 1958 cuando se recoja el derecho a la asistencia y la Seguridad Social de todos los españoles en el noveno Principio del Movimiento Nacional.

### 5.2.3. La construcción de un sistema de bienestar (1960-1976)

El crecimiento acelerado de la economía española durante el período que va desde 1960 hasta 1975, a la luz de la implantación de los Planes de Desarrollo, transforma la estructura social del país. Ello se refleja, por un lado, en un crecimiento importante del número de trabajadores industriales y por otro, en el rápido desarrollo del sector servicios. Junto a esto, la fuerte corriente migratoria (interior y exterior) y el acelerado proceso de urbanización, van modificando las formas de vida tradicionales. A este profundo cambio social que afronta la dictadura se le añade la progresiva incorporación de la mujer al trabajo y la aparición de grupos organizados opuestos al régimen.

Todo lo anterior repercute en la política social del gobierno de la época, siendo ésta el resultado de la conciliación entre los actores sociales habilitados por la dictadura: la patronal y los florecientes grupos de interés, el Sindicato Vertical y el Estado.

De este modo, entre los hitos más importantes, en cuanto a medidas sociales se refiere, puestos en marcha por el régimen hacia finales de los años cincuenta, se encuentran, por ejemplo, la creación del Ministerio de la Vivienda en 1957 y la regulación de la *Ley de Convenios Colectivos* y el seguro de desempleo en 1958. Entre 1959 y 1962 se elaboraron varios proyectos de reforma que, conjuntamente desembocaron en la *Ley de Bases de Seguridad Social* de 28/12/1963, cuyo objetivo era reformar en su totalidad el sistema de previsión español,

<sup>3</sup>En la Seguridad Social, se entiende por derecho-habiente, aquel que es beneficiado en ciertas prestaciones sociales por tener vinculación con un seguro social: vínculo de parentesco (descendiente, ascendiente, consanguíneo), comunidad de vida o dependencia económica (persona a cargo).

unificando los múltiples seguros sociales que existían en la época, en torno a un único sistema de seguridad social. Además, esta ley intentaba sustituir el sistema de capitalización por el de reparto, ampliar la protección a todos los trabajadores y reforzar el papel protector del Estado.

La iniciativa generó un proceso de discusión y enfrentamiento entre los grupos de interés y el ministerio impulsor del proyecto y mientras en Europa el Estado de Bienestar crece velozmente, España sigue estancada en discusiones estériles que cuestionan la intervención del Estado en la protección social. De hecho, los grupos de interés consolidados por el régimen se resisten a abandonar sus parcelas de poder, con posturas ideológicas incluso más conservadoras que las corrientes tecnócratas del gobierno.

Con todo ello, la *Ley de Bases de 1963* fracasa en su objetivo fundamental: la creación de un sistema de seguridad social. El sistema continúa siendo un sistema fragmentado, quedando establecida su financiación mediante un sistema de «reparto» suavizado o con excepciones, basado principalmente en las cotizaciones de la patronal y los trabajadores y con participación débil del Estado.

Aunque la reforma del sistema de pensiones no se pudo llevar a cabo debido al relativo fracaso de la *Ley de Bases de 1963*, el amplio debate social que generó, contribuyó en gran medida a precisar y revisar la problemática de la vejez en los años sesenta ante el creciente envejecimiento de la población española en las zonas rurales acentuado por la urbanización y emigración, hechos que no hacen sino poner de manifiesto la insuficiencia y obsolescencia de los sistemas de protección tradicionales para hacer frente a las necesidades de la población.

La apertura internacional que trajeron consigo los planes de desarrollo, permitieron conocer las innovaciones de los sistemas protectores de los ancianos en países vecinos, resaltando el retraso de España en estas políticas y si bien a nivel privado iniciativas como Cáritas, afronta las necesidades de los ancianos como uno de los principales problemas sociales, a nivel público, las *Mutualidades Laborales* van a impulsar el campo protector de la vejez a finales de los años 60 con la elaboración del «*Plan Gerontológico Nacional de Mutualidades Laborales*», cuyo objetivo era analizar las necesidades de la población anciana para elaborar nuevas orientaciones protectoras más activas y coherentes [8].

Aunque la propuesta básica del proyecto, que es la creación de grandes estructuras de acogida a los ancianos, obvia por completo la planificación de la asistencia domiciliaria y descuida la parte económica, sin embargo, no cabe duda de que el Plan manifiesta la toma de conciencia de las transformaciones socioeconómicas que han modificado sustancialmente el campo de la protección social de los ancianos, recogiendo y proyectando la voluntad de cambio en el sector, situando pues el punto de partida de un proceso de modernización que se prolongará en los años sucesivos.

Así, durante el período comprendido entre 1971 y 1975 se intensificará la protección de los ancianos, comenzando con la creación del *Servicio de la Seguridad Social de Ayuda a los Ancianos* pocos meses después de la elaboración del anteriormente mencionado Plan Gerontológico de las Mutualidades Laborales, siendo un sistema innovador ya que “*reconoce las necesidades sociales de los jubilados más allá del sistema de prestaciones económicas*”. Al año siguiente, en 1971 el gobierno regula el Plan Nacional de Seguridad Social de Asistencia a los Ancianos, promoviendo la construcción de hogares y clubs de jubilados, residencias, centros geriátricos, centros de reeducación y hospitales de día, servicios de ayuda a domicilio y programas de vacaciones.

Entre 1972 y 1974 la reestructuración de la Seguridad Social es producto de la toma de conciencia, por parte de la sociedad, de la necesidad de servicios sociales para la población anciana lo cual conlleva a una “*creciente de demanda de pensiones dignas*”. Esta reforma, plasmada en la *Ley de 1972*,<sup>4</sup> introduce las siguientes mejoras:

- Revaloriza las pensiones.
- Flexibiliza las condiciones necesarias para acceder a las prestaciones.
- Agiliza las revalorizaciones.
- Amplía el número de beneficiarios.

---

<sup>4</sup>Ley 24/1972, de 21 de junio, de financiación y perfeccionamiento de la acción protectora del Régimen General de la Seguridad Social.



- Institucionaliza una atención prioritaria a las pensiones más bajas.
- Facilita la extensión de los regímenes especiales.

De este modo, en los años siguientes, el gasto en pensiones aumenta progresiva y constantemente su participación en el presupuesto general de la Seguridad Social.

#### 5.2.4. El estado de bienestar a partir de la transición (1977-1995)

Tras la muerte del general Franco a finales de 1975 y en un contexto de crisis económica mundial, se abre una nueva etapa de modernización donde el rasgo más destacado, entre otros, es la formación de “vacíos regulativos” entre las políticas sociales. Todo esto, en una situación de inestabilidad política, en el que el primer gobierno de UCD que asumió la responsabilidad, junto al resto de partidos políticos de la época, establecieron un marco constitucional democrático y pusieron en funcionamiento diversas instituciones representativas, optando por un modelo político-administrativo descentralizado.

En materia social y auspiciado por los Pactos de la Moncloa de 1977, (*Real Decreto-Ley 36/1978, de 16 de noviembre*), se rediseña el esquema de la gestión de las prestaciones, creándose nuevas entidades gestoras (el INSS, el INSERSO y el INSALUD) y organismos autónomos especializados (el AISNA, para la Administración Institucional de la Sanidad Nacional y el INAS, Instituto Nacional de Asistencia Social). Se declararon servicios comunes subsistentes el Servicio de Reaseguro de Accidentes de Trabajo y el Instituto de Estudios de Sanidad y Seguridad Social, además de consolidarse la TGSS. Incluso se trasladaron al estado funciones que se consideraban ajenas a la seguridad social, de ahí que se creara el INEM.

Con la llegada del Partido Socialista al poder en 1982 impera el criterio de racionalidad económica y se priorizan, sobre todo, la reducción del déficit público y la inflación. Como consecuencia, el ritmo de crecimiento del gasto social se ralentiza como un intento de contener el déficit público; sin embargo, la disminución del gasto social por un lado, frente al refuerzo del sistema contributivo que intentaba asegurar la continuidad a medio y largo plazo del sistema de protección social, es incompatible y como resultado el gasto creció, sobre todo en educación, sanidad, prestaciones por desempleo y sobre todo en pensiones, lo que condujo al gobierno a tener que llevar a cabo la primera reforma de cierto calado del sistema de pensiones en 1985. En ella, se aumentó el periodo mínimo de cotización de diez a quince años y el número de años utilizados para el cómputo de la base reguladora desde dos años hasta los ocho previos a la jubilación. A pesar de que estas medidas supusieron un sustancial alivio sobre el sistema, se mantuvo el continuo incremento del número de pensiones y de la cuantía de la pensión media.

Entre los años 1985 y 1995 se desarrolla el Estado de bienestar en España; durante esa década se consolida el sistema de pensiones, aunque también se consolidó el gasto, ya que entre 1980 y 1995 el gasto en pensiones contributivas pasó del 5,6 % del PIB al 8,4 % y la relación afiliados/pensionistas disminuyó desde 2,7 hasta 2,1. Esta situación llevó a la aprobación por el Pleno del Congreso, el 15 de febrero de 1994, de una proposición para crear una Ponencia en la Comisión de Presupuestos con el fin de elaborar un informe sobre los problemas y las reformas del sistema de Seguridad Social, informe conocido como PACTO DE TOLEDO, donde se analizaron tanto los antecedentes del sistema de Seguridad Social como los factores que podían condicionar su evolución futura y se establecieron una serie de recomendaciones y líneas de actuación entre las que se encontraban (Banco de España, 2009, [9]):

- 1) Separación y clarificación de las fuentes de financiación
- 2) Constitución de reservas.
- 3) Mejora de las bases de cotización.
- 4) Financiación de los regímenes especiales.
- 5) Mejora de los mecanismos de recaudación y lucha contra la economía irregular.
- 6) Simplificación e integración de regímenes especiales.
- 7) Integración de la gestión.
- 8) Evolución de las cotizaciones.
- 9) Sobre la equidad y el carácter contributivo del sistema.

- 10) Edad de jubilación.
- 11) Mantenimiento del poder adquisitivo de las pensiones.
- 12) Reforzamiento del principio de solidaridad.
- 13) Mejora de la gestión.
- 14) Sistema complementario.
- 15) Análisis y seguimiento de la evolución del sistema.

Estas recomendaciones supusieron la base del acuerdo alcanzado entre el Gobierno y los dos sindicatos mayoritarios, plasmado en la *Ley de Consolidación y Racionalización del Sistema de Seguridad Social*, aprobada por el Congreso el 15 de julio de 1997. De entre las modificaciones que introdujo en el sistema cabe destacar el aumento de 8 a 15 del número de años aplicados al cálculo de la base reguladora de la pensión, la revalorización de las pensiones según la evolución prevista para el IPC y su revisión en función de las divergencias con el aumento del IPC observado en noviembre, la creación de un fondo de reserva destinado al pago de las pensiones, a dotar con excedentes de la Seguridad Social, y la gradual eliminación de los topes de cotización por debajo del máximo.

### 5.2.5. Las sucesivas reformas de la Seguridad Social (1996-2011)

El propio Pacto de Toledo limitó su vigencia a cinco años, estableciéndose que a partir del año 2000 debía procederse a su revisión. Como resultado de esta revisión, en octubre de 2003 fue aprobado por el Pleno del Congreso de los Diputados el Informe elaborado por la *Comisión no permanente para la valoración de los resultados obtenidos por la aplicación de las recomendaciones del Pacto de Toledo*. En sus conclusiones el informe efectúa veintidos recomendaciones expuestas en tres bloques:

- el **primero** contiene las recomendaciones que desarrolla el Pacto de Toledo desde su inicio y su grado de cumplimiento;
- el **segundo** incluye algunas recomendaciones adicionales y
- el **tercer** apartado configura el sistema de pensiones en el marco de la Unión Europea,

entre esas recomendaciones, se encuentran cinco en torno a: 1) las nuevas formas de trabajo y desarrollo profesional, 2) la mujer y su protección social, 3) la necesidad de configurar un sistema que aborde el fenómeno de la dependencia, 4) la atención a las personas discapacitadas, evitando la discriminación y fomentando su integración laboral y social y 5) la adopción de medidas para que la afluencia de inmigrantes se realice de forma que se garantice su incorporación al mercado de trabajo y al sistema de protección social.

Siguiendo las pautas de renovación y tomando como base las nuevas recomendaciones introducidas, el 13 de julio de 2006 fue suscrito el Acuerdo sobre Medidas en Materia de Seguridad Social por parte del Gobierno, los sindicatos UGT y CCOO, y las organizaciones empresariales CEOE y CEPYME. Este Acuerdo fue plasmado jurídicamente en la *Ley 40/2007, de 4 de diciembre, de medidas en materia de Seguridad Social*, y cuyas modificaciones en el ámbito de la contingencia por jubilación son las siguientes:

- **Jubilación ordinaria:** con el fin de aumentar el paralelismo entre cotizaciones y prestaciones, se establece que sólo se computarán los días efectivos de cotización, y no los correspondientes a las pagas extraordinarias, para acreditar el periodo mínimo de cotización de 15 años.
- **Jubilación anticipada:** se establecen nuevos coeficientes reductores que serán de aplicación siempre que el trabajador se vea obligado a abandonar el mercado laboral antes de la edad prevista de jubilación, y cuando no se sitúe en una edad inferior a 52 años.
- **Jubilación parcial:** los requisitos para acceder a ella cambian, de manera que será necesario que el trabajador cumpla los siguientes: a) tener cumplidos los 61 años, b) poseer una antigüedad en la empresa de, al menos, 6 años inmediatamente anteriores a la fecha de jubilación parcial y c) acreditar un periodo mínimo de cotización de 30 años.
- **Prolongación vida laboral:** Hay modificaciones en relación a los coeficientes bonificadores de aquellos trabajadores que opten por seguir en activo más allá de los 65 años de edad. De esta manera, se aplica un

+2 % adicional por cada año completo que se haya cotizado a partir de los 65 años, que se elevará al +3 % siempre que el interesado acredite 40 años de cotización al cumplir los 65 años de edad.

A partir de 2007, la grave crisis económica y financiera mundial y que afectó aún más, si cabe a España, comenzando por el estallido de la burbuja inmobiliaria y sus efectos sobre todos los sectores de la economía, se materializó en una disminución de la producción de todas las empresas españolas, una caída del PIB nacional y un aumento de la tasa de desempleo hasta niveles nunca visto antes. En este contexto tuvo lugar la siguiente gran reforma del sistema de pensiones, basada, sobre todo, en medidas paramétricas y donde se introdujo el *Factor de Sostenibilidad* (FS) cuyo fin es garantizar la solvencia financiera futura del sistema de pensiones español, aunque establece que hasta 2027 no sería de aplicación dicho mecanismo (Rosado Cebrián y Alonso Fernández, 2015, [10]).

La prolongada crisis económica que trajo como consecuencia, entre otras, un incremento de la tasa de paro, provocó que en 2013 se aprobara una nueva reforma del sistema de pensiones, orientada esta vez a regular el *Factor de Sostenibilidad* y el *Índice de Revalorización*, reforma que analizaremos en el punto 5.X.

### 5.3. El Sistema de previsión social y el actual sistema de pensiones contributivas español.

El primer pilar de la previsión social, es decir, el sistema público de pensiones administrado por el Estado, se basa en un sistema de reparto. Por su parte, los pilares segundo y tercero de la previsión social, previsión en el ámbito de la empresa y previsión individual, están basados en un sistema de capitalización. En el **cuadro 5.4**, se pueden apreciar las diferencias entre uno y otro sistema.

SISTEMA REDISTRIBUTIVO	SISTEMA DE CAPITALIZACIÓN
Las pensiones se financian mediante las aportaciones de las personas activas. El trabajador cotiza para pagar las pensiones de la generación anterior.	Las cotizaciones están ligadas a un fondo de capital. El trabajador cotiza para asegurar su propia pensión mediante reasignación de la renta de los periodos activos a los pasivos.
Las cantidades aportadas por las personas activas determinan las pensiones actuales.	La cantidad aportada por cada individuo determina su propia pensión futura.
Permite pagar pensiones de jubilación desde el momento en que se pone en marcha el sistema.	Es necesario acumular varios años para obtener una pensión.
La rentabilidad es implícita al aumentar la base de cotización motivada por un mayor crecimiento económico, demográfico o del número de afiliados.	La rentabilidad es explícita motivada por el tipo de interés aplicable a los fondos.
Las pensiones están protegidas frente a la inflación, al estar indexadas las cotizaciones en función de la misma.	No corrige el efecto de la inflación porque el rendimiento que se obtiene es el tipo de interés real y no nominal.
Existe riesgo de ruptura del proceso redistributivo si se reduce la relación entre el número de personas activas y pasivas.	No existen riesgos ante el desfase del número de personas activas y pasivas. Desaparece la contribución entre generaciones.

CUADRO 5.4: Comparativa entre el sistema redistributivo y el sistema de capitalización

(Fuente: Elaboración propia a partir de

<https://blog.bankinter.com/economia/-/noticia/sistemas-pensiones-paises-europa>)

Como hemos visto, el sistema de pensiones español se compone de un sistema público contributivo, cuya tasa de sustitución ronda el 76 % (porcentaje del último salario cotizado que cobra un jubilado), y un sistema asistencial no contributivo. Los planes de pensiones tanto privados como de empleo son voluntarios y su participación y nivel de prestaciones en la actualidad es muy reducida comparada con las otorgadas por parte del sistema público (**fig. 5.2**).

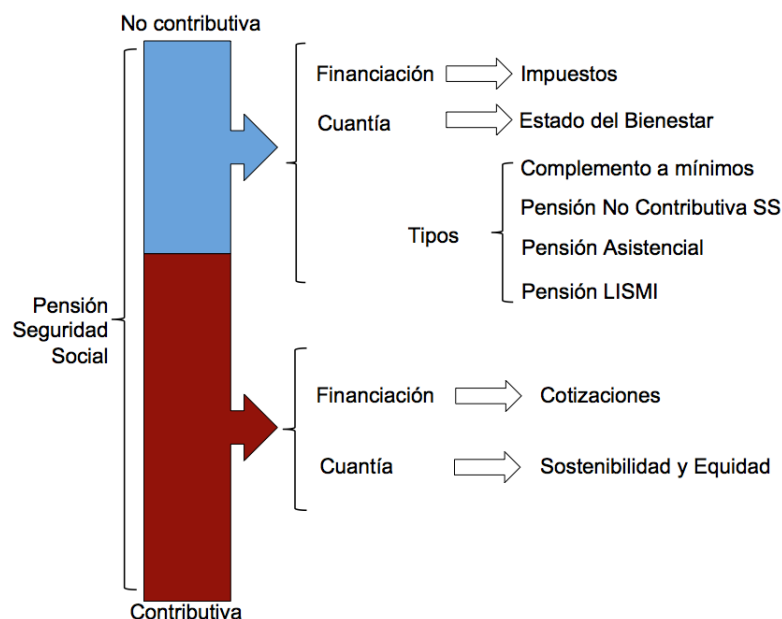


FIGURA 5.2: Estructura de la pensión de la Seguridad Social  
(Fuente: Elaboración Propia)

Según el índice Mercer visto en el capítulo 2, la nota de España podría aumentar si aumentara la cobertura de empleados con planes de pensiones de empleo mediante adhesión automática, lo cual aumentaría el nivel de aportaciones y activos; si se incrementara el grado de participación de la fuerza laboral de edades más avanzadas ya que la esperanza de vida está aumentando; y si la capacidad de ahorro de los hogares fuera mayor.

No obstante, en los indicadores de suficiencia, buen gobierno y comunicación ocupa una buena posición, “pero mejorable en el indicador de sostenibilidad, lo que conlleva colocarnos en el puesto 23 de 34 países”, cuenta Miguel Ángel Menéndez, director del área de Previsión social de Mercer y responsable del estudio en España.

“El punto de partida natural para tener un sistema de pensiones de primera clase mundial es asegurar un correcto equilibrio entre suficiencia y sostenibilidad. Es un desafío con el que están luchando los organismos reguladores. Un sistema que ofrece beneficios muy generosos es improbable que sea sostenible a corto plazo, mientras que un sistema sostenible durante muchos años podría estar ofreciendo beneficios bastante modestos.”<sup>5</sup>

### 5.3.1. La más que nunca “vieja España”

En línea con el estudio citado anteriormente, en España se calcula que en poco más de una década el porcentaje de mayores de 65 años se acercará al 21 % y llegará al 32,6 % en 2050, lo que se traduce en 10,3 y 16,8 millones de jubilados, respectivamente. La esperanza de vida también aumentará, de tal modo que en 2025 habrá un 6,1 % de españoles con más de 80 años (tres millones) y en 2050 representarán el 11,6 % de la población total (casi seis millones), según los datos de la ONU, puesto que las previsiones del INE se limitan al año 2020.

En la **fig. 5.3** se pueden apreciar la evolución de los indicadores demográficos más relevantes de nuestro país. Actualmente, según cifras de finales del año pasado (INE y Padrón Municipal), la población española asciende a 46.722.980 personas, lo que supone un 0,3 % más con respecto al año 2017. Sin embargo, el máximo de los habitantes (la gráfica muestra las personas empadronadas a 1 de enero de cada año), se produjo en el año 2012, cuando había empadronadas en nuestro país algo más de 47.265.000 personas. Desde entonces, y hasta 2016, esta cifra ha ido disminuyendo para volver sobre la senda de un crecimiento ‘moderado’ durante 2017 y 2018.

<sup>5</sup>Sacado de Funds People: “<https://es.fundspeople.com/news/espana-a-la-cola-en-sostenibilidad-en-pensiones-a-nivel-mundial>” (24/10/2018)

Similar comportamiento se aprecia que ha sufrido el porcentaje de la población extranjera, el cual crece hasta 2010, se mantiene hasta 2012 en torno al 12 %, baja hasta menos del 10 % en 2017 para acabar 2018 con un crecimiento del 3,2 % hasta que el porcentaje de población extranjera en nuestro país se situó el pasado año en un 10,1 %.

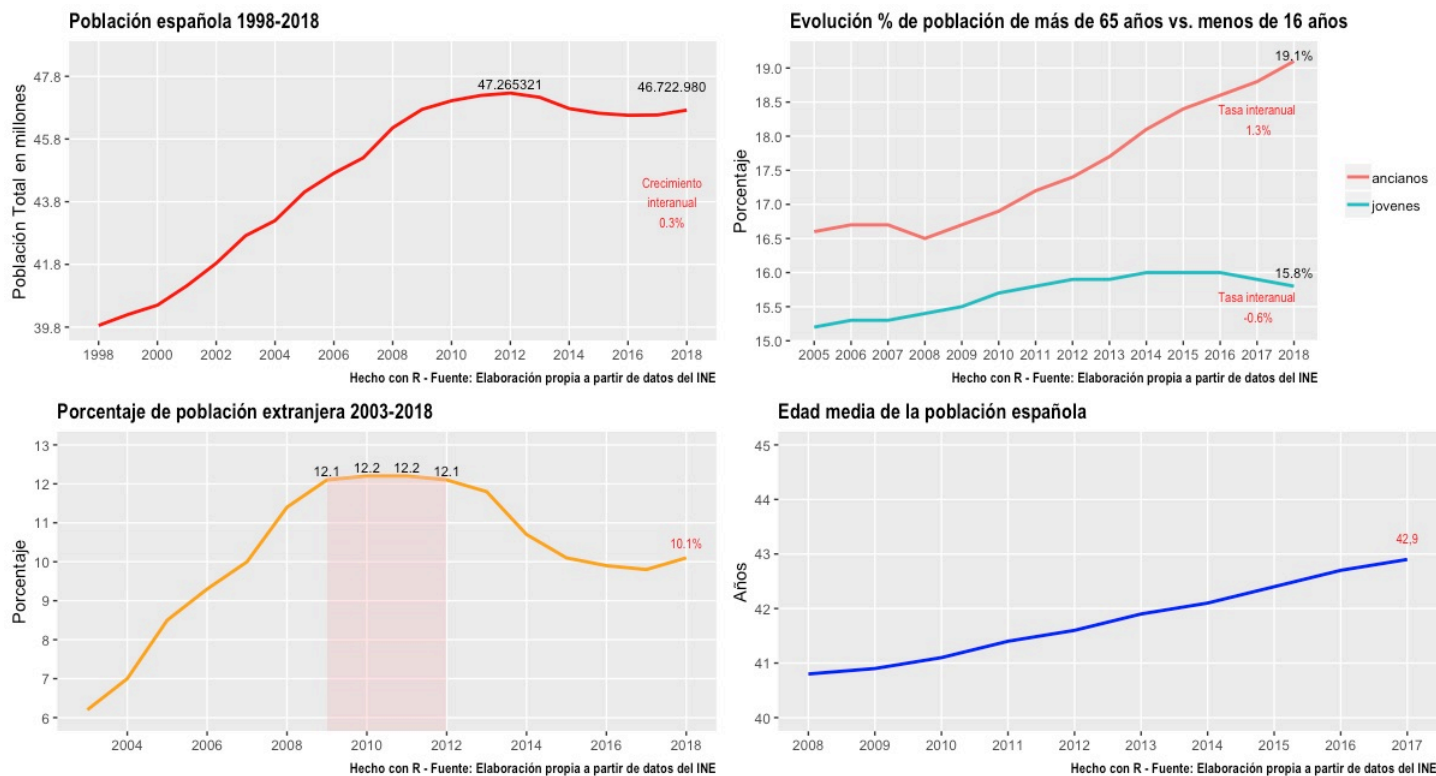


FIGURA 5.3: Principales indicadores demográficos  
(Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Empleo y Seguridad Social)

El pasado mes de abril, el estado gastó 9.598 millones de euros en pensiones, siendo el mes en el que se ha producido el gasto más alto, continuando con la tendencia creciente que se viene arrastrando desde antes de 2001 (fig. 5.4):

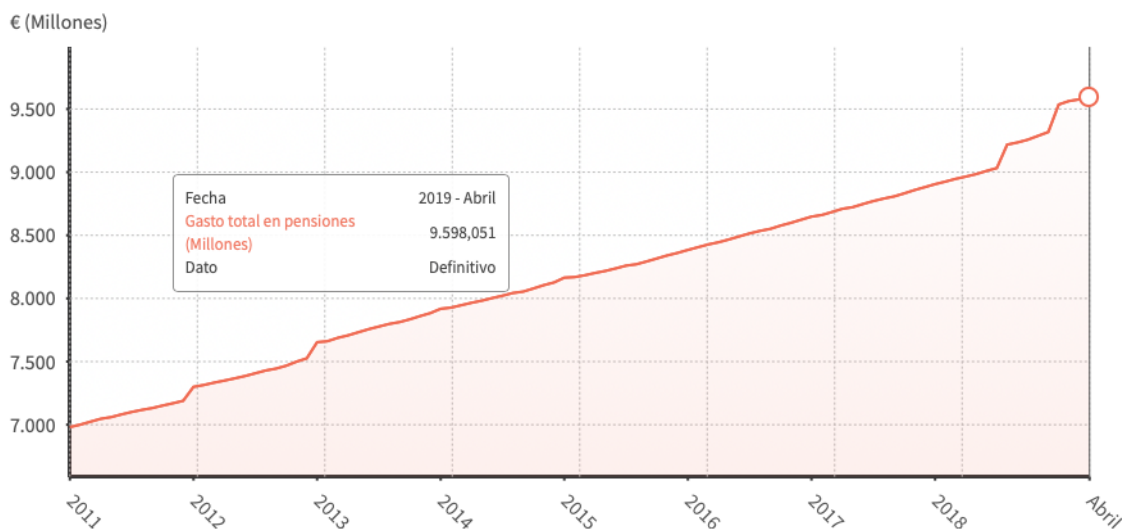


FIGURA 5.4: Evolución del gasto de prestaciones en jubilación (en millones de €)  
(Fuente: Ministerio de Empleo y Seguridad Social)

Esta noticia de finales del año pasado invita a reflexionar sobre lo preocupante de la situación y las expectativas de solución que los agentes sociales implicados están en disposición de dar ante un panorama en el que, efectivamente, los números parecen no encajar.

#### Los números no cuadran (20-11-2018)

Este año la seguridad social española va a acumular un déficit equivalente al 1,7 % del PIB por el pago de las pensiones. Una cantidad cercana a los 17.000 millones de euros que se han saldado con un préstamo del Estado. Con la evolución actual tanto de la natalidad como de la esperanza de vida, se trata de una situación de difícil corrección si no se lleva a cabo una reforma integral. Y, por ahora, el Pacto de Toledo, el foro del que tienen que salir las recomendaciones de los grupos políticos para el gobierno, aún no ha llegado a un acuerdo.

El número de pensiones que se pagan en España se ha multiplicado por más de dos veces desde 1980. Lo mismo que ha ocurrido con la cuantía que se paga y que este año ya suponen una carga de más de 8.000 millones más.

En la actualidad el pago de las pensiones no contributivas, que se realiza a través de presupuestos, supone un 1,8 % del PIB. En total, el gasto en pensiones es un 11,9 % del PIB, tasa ligeramente inferior a la media de la OCDE.

Sobre el papel, el anterior porcentaje no dice prácticamente nada, pero si se tiene en cuenta que esto es algo menos del 50 % de las pensiones que se pagan ahora, el problema adquiere más importancia.

La pensión media es de 1.135 € al mes, pero si no contásemos las de viudedad, esa cifra es de 1.230 €. La cifra es el 60 % del salario medio, frente al 46 % del área euro.

Sin embargo, lo anterior cambiará en los próximos años, porque nuestra generación de *baby boomers* es menor que la europea y estos están a punto de entrar en la rueda de la jubilación.

Esta cantidad es un 82,2 % de la media del último salario cobrado por los pensionistas (tasa de sustitución). Y esta es la más alta de todos los países que componen la OCDE. La media en Europa está entre el 50 y el 60 %.

Hasta 2050 se incorporarán unos 4,9 millones más de pensiones conforme los actuales trabajadores vayan alcanzando la edad de jubilación.

<https://www.estrategiasdeinversion.com/actualidad/noticias/otras/son-estas-cifras-las-que-demuestran-que-el-sistema-n-386475>

Según datos del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, **la pensión media en España es de 987,93 €**. En el caso de la **pensión de jubilación**, esta media se sitúa en 1.135,25 € en las que el Estado gasta más de 9.500 millones de € al mes<sup>6</sup>. De este gasto total y como se puede observar en la (fig. 5.5), 6.800 millones de € (más del 70 %) es el gasto destinado a pensiones de jubilación, mientras que el resto se destina a pensiones de viudedad, incapacidad, orfandad y favor de familiares, por ese orden.

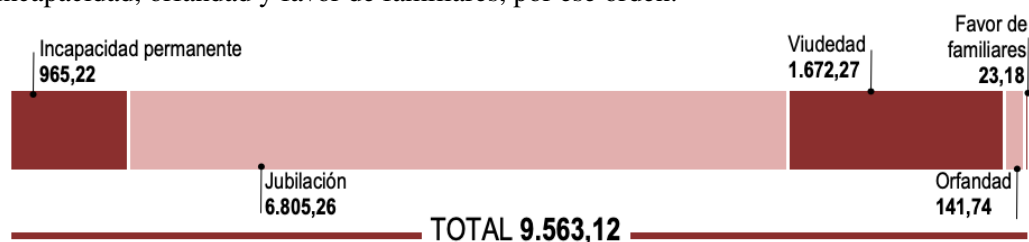


FIGURA 5.5: Reparto de nómina de las pensiones.

Importe en febrero 2019 por clase de pensión (en millones de €)

(Fuente: [http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009\\_299406.html](http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009_299406.html))

En la (fig. 5.6) se puede ver a cuánto asciende la media de las diferentes pensiones y su evolución desde 2007.

Según los datos del Ministerio de Trabajo, el conjunto del Sistema público cuenta hoy con más de 9.700.000 pensiones contributivas aproximadamente, algo más de un 1 % frente al año anterior. Los cálculos de la OCDE muestran que en nuestro país los jubilados reciben una pensión correspondiente al 80 % de su salario.

En otras palabras, y según se veía en la (fig. 5.4), la nómina mensual de pensiones se ha disparado desde el año 2011, pasando de 7.000 millones de € a casi 9.600 millones de €, lo que supone un incremento del 37 %, mientras que el número de afiliados a la Seguridad Social ha pasado de 17,63 millones de afiliados en julio del año 2011 a 19,23 millones en abril de 2019, lo que apenas llega al 9 % (fig. 5.7)

<sup>6</sup>Datos de abril de 2019: <https://www.epdata.es/datos/pensiones-graficos-datos/20/espana/106>



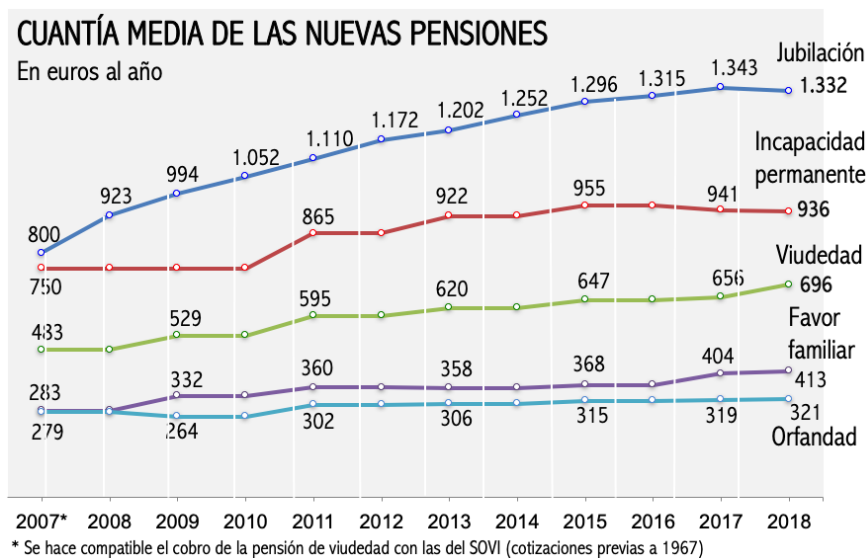


FIGURA 5.6: Cuantía media de las nuevas pensiones

(Fuente: [https://elpais.com/elpais/2017/02/03/media/1486123328\\_259147.html](https://elpais.com/elpais/2017/02/03/media/1486123328_259147.html))

FIGURA 5.7: Evolución de los afiliados a la Seguridad Social 2005-2019

(Fuente: Ministerio de Empleo y Seguridad Social)

Por el momento, y aunque la senda del número de cotizantes siga incrementando con respecto a los niveles alcanzados en la crisis, no ha hecho que el sistema de pensiones siga acumulando déficits año tras año. Según se muestra en la (figura 1.8), a finales de Diciembre año 2016, el dinero que había guardado para los pagos en los próximos años apenas superaba los 15.000 millones de euros; es más, desde 2012, el Fondo de Reserva de las pensiones ha pasado de los 66.815 millones a unos exiguos 8.000 millones de euros en 2017, es decir, la hucha de las pensiones se ha reducido en casi 60.000 millones de euros.

Pero es más, a principios de enero de este año, el Gobierno anunció que sacaría otros 3.693 millones de este fondo para para las pensiones de 2019<sup>7</sup>, con lo que quedará prácticamente agotado este ejercicio con esta disposición de recursos que se realizará. El problema es que se sigue sin atajar el déficit de la Seguridad Social, el cual alcanzará los 18.651 millones de euros al cierre de 2019 (según las estimaciones del Gobierno). Este desfase ha obligado a Hacienda a aprobar un préstamo de 15.164 millones de euros a la Seguridad Social para

<sup>7</sup>Informe Económico y Financiero que acompaña a los Presupuestos Generales del Estado.



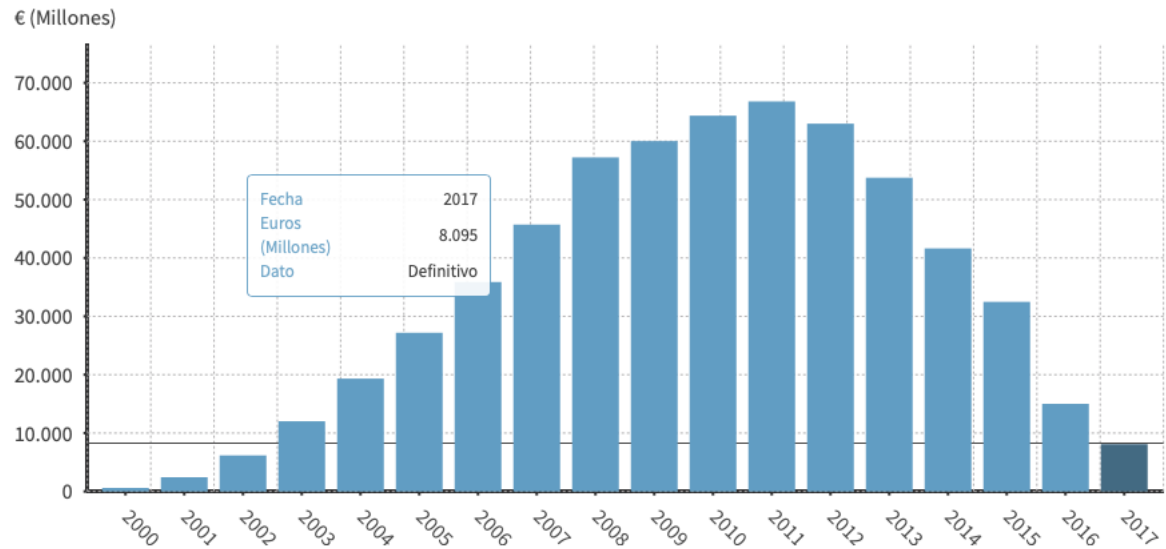


FIGURA 5.8: Evolución del fondo de reserva de las jubilaciones  
(Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Empleo y Seguridad Social)

cubrir este déficit y poder pagar las pensiones a lo largo de todo el año. Por tanto, todas las fuerzas políticas están condenadas a entenderse para solucionar este problema que en España es más que evidente.

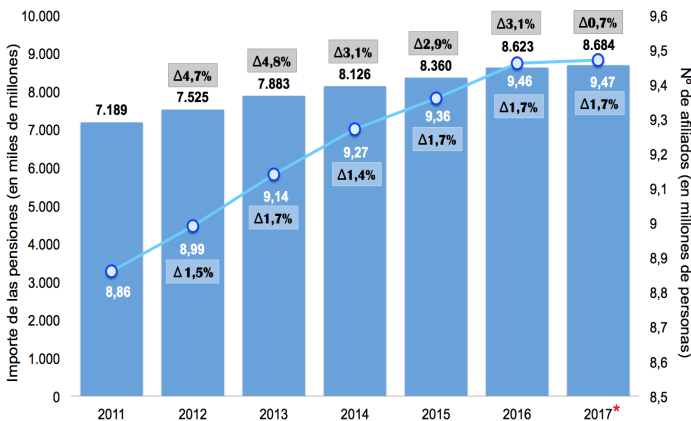


FIGURA 5.9: Importe pensiones vs. afiliados y variación  
\*Datos de 2017 hasta marzo. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Min. de Empleo y S.S.)

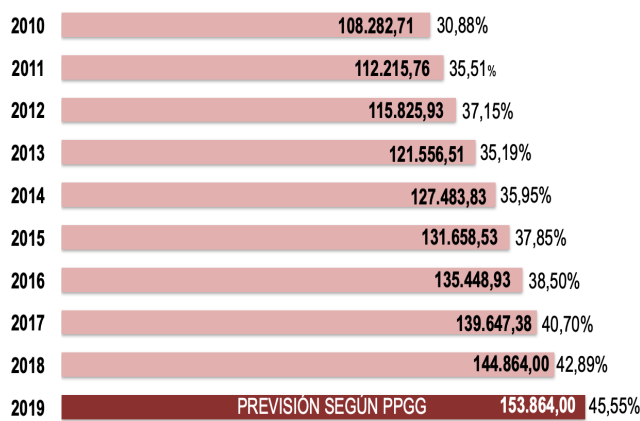
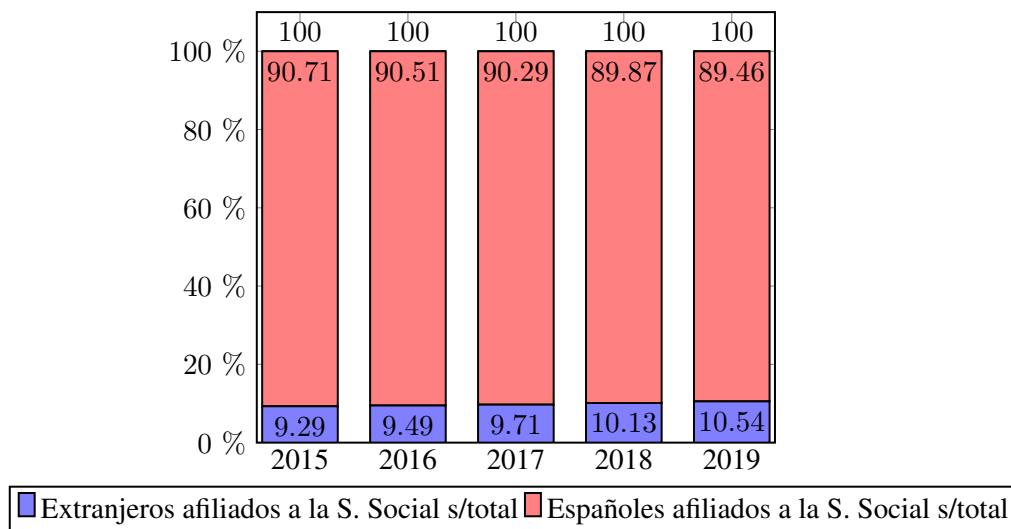


FIGURA 5.10: Evolución gasto en pensiones (millones de €) y % total del presupuesto del Estado  
(Fuente: Min. de Empleo y S. S.)

En cuanto a los extranjeros, también es interesante ver la evolución de los afiliados en los últimos años a la Seguridad Social y se puede observar que también ha seguido la misma senda creciente:

## PORCENTAJE ANUAL SOBRE EL TOTAL AFILIADOS A LA SEG. SOCIAL SEGÚN NACIONALIDAD



Por comunidades autónomas, el número de pensiones por jubilación se puede observar en la (fig. 5.11):

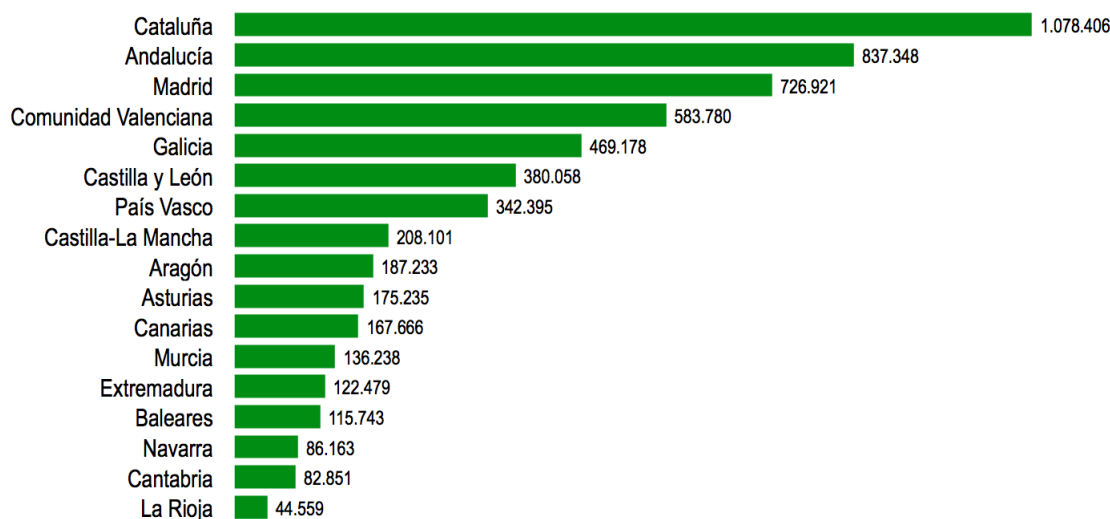


FIGURA 5.11: Número de pensiones de jubilación en cada comunidad autónoma en octubre de 2018

(Fuente: [http://cincodias.com/cincodias/2018/10/19/economia/1476890009\\_299406.html](http://cincodias.com/cincodias/2018/10/19/economia/1476890009_299406.html))

Para nuestro país, los indicadores más recientes muestran que el proceso de envejecimiento continúa avanzando. En la (fig. 5.12), se pueden observar las proyecciones de población por sexo y edad desde 2014 y para cada década hasta llegar al año 2064.

Según el INE, en las próximas cuatro décadas habrá 8,7 millones menos de personas en edad de trabajar (entre 16 y 66 años) y al mismo tiempo 8 millones más de personas mayores de 67 años y el peso de los octogenarios en la población total se triplicará hasta alcanzar el 18 % del total.

Comparando el caso español con otros países industrializados veremos que de cara a las próximas décadas nos enfrentaremos a un proceso más intenso, provocado por tres factores: en primer lugar, **España tiene una de las mayores esperanzas de vida del mundo**, tanto al nacer como a los 65 años. Segundo, **tenemos una de las tasas de fecundidad más reducidas junto con una elevada edad a la maternidad** y tercero **el proceso de envejecimiento avanza con cierto retraso con respecto a otros países** debido a que las generaciones de los babyboomers llegaron más tarde, pero el peso de la población de mayor edad aumentará en las próximas décadas. Aunque el proceso inmigratorio de los años 2000 supuso el rejuvenecimiento de la población, según

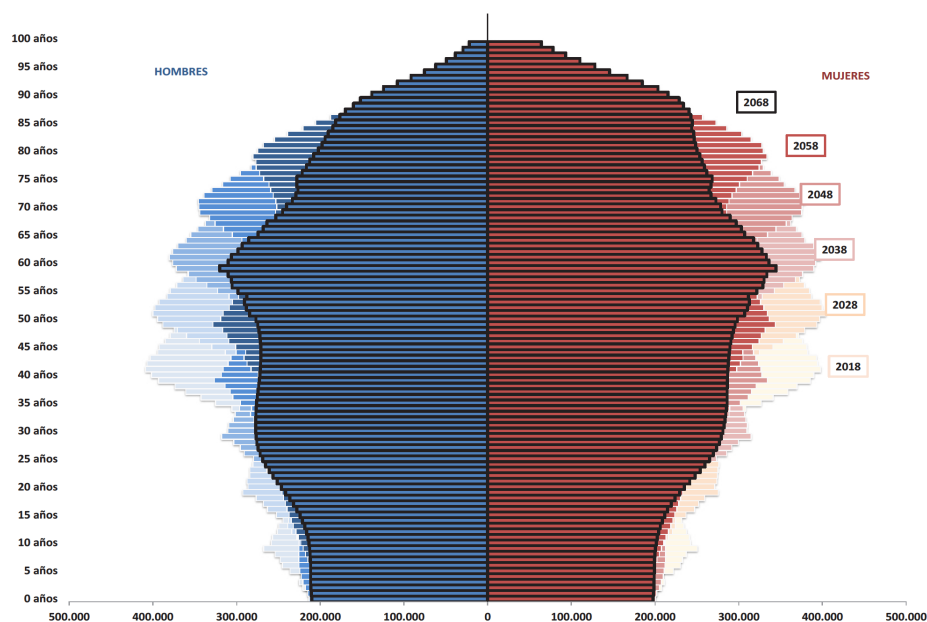


FIGURA 5.12: Proyecciones de población por sexo y edad. España 2014-2064  
(Fuente: INE - Proyección de la población española 2104-2064)

todas las proyecciones, España se enfrenta irremediabilmente al proceso de envejecimiento de la población.

Ya hemos visto anteriormente que en comparación internacional tenemos una de las esperanzas de vida más elevadas, tanto al nacer como a los 65 años. En 2014, España era el país con mayor esperanza de vida al nacer de los 28 países de la Unión Europea con 83,3 años, esto debido a las mujeres españolas que se sitúan a la cabeza en longevidad con una expectativa al nacer de 86,2 años. Además, en comparación con los países de la OECD sólo Japón nos supera en esperanza de vida al nacer.

El aumento de la esperanza de vida en los últimos años se ha producido especialmente por la mejora a edades avanzadas, en los últimos veinte años la esperanza de vida a edades a partir de los 65 años es la que más ha aumentado en términos relativos (un 24 % más respecto a 1994 en media del grupo 65-99 años). Esto hace que una persona que cumpla 65 años tiene por delante 21 años de vida. De nuevo, España destaca este caso por ser el segundo país de la UE con mayor esperanza de vida a esta edad con 21,5 años (por detrás de Francia) y el tercero en el caso de las mujeres entre los países de la OECD, después de Francia y Japón.

Todas las proyecciones estiman que la esperanza de vida seguirá aumentando, dado que continúa disminuyendo la mortalidad a edades elevadas. En España, mientras que en 1919 (cuando se establecieron los 65 años como edad de jubilación) tan solo el 33 % de cada generación alcanzaba esa edad, en la actualidad ese porcentaje alcanza el 90 %. La edad que únicamente alcanza el 33 % de cada generación se sitúa ahora en los 89 años. Es decir, los 65 años de edad de principios del siglo XX se corresponden ahora con los 89 años.

Según la previsiones de la ONU, España será el segundo país más envejecido del mundo, detrás de Japón, con el 41,9 % de la población de 60 o más años en 2050. Su pirámide de edad, como la mayoría de países europeos, pasará de piramidal a cilíndrica. El gráfico de la (fig. 5.13) ofrece una panorámica de la situación actual del país por lo que respecta a la población mayor, por municipios y autonomías, en las que se indica las pensiones medias, además de la evolución y proyecciones de los principales datos demográficos, proporciones de población mayor y diferencias por sexo.

De cara a las próximas cinco décadas, España seguirá siendo uno de los países con mayor esperanza de vida al nacer y a los 65 años. En la (fig. 5.14) se muestra la evolución de la esperanza de vida al nacer y a los 65 años desde el año 2002, el incremento observado hasta 2014 y el avance esperado desde 2014 hasta el año 2050. Como se puede ver, según las proyecciones de Eurostat, en el año 2050 España tiene la mayor esperanza de vida

al nacer en el caso de las mujeres, y es el segundo país para hombres y esperanza de vida a los 65 años, tanto hombres como mujeres.

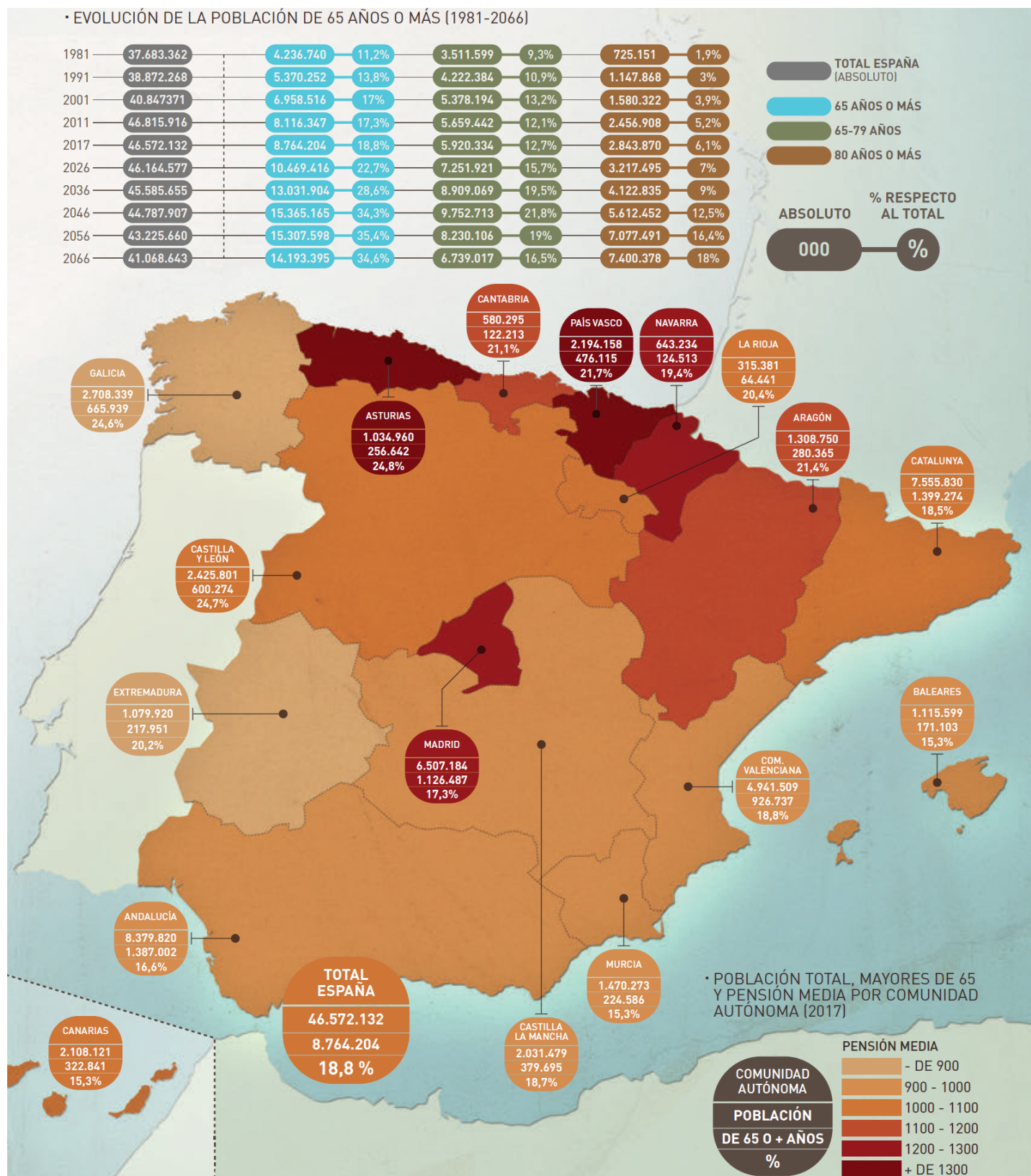


FIGURA 5.13: Estructuras de población regional  
(Fuente: Eurostat)

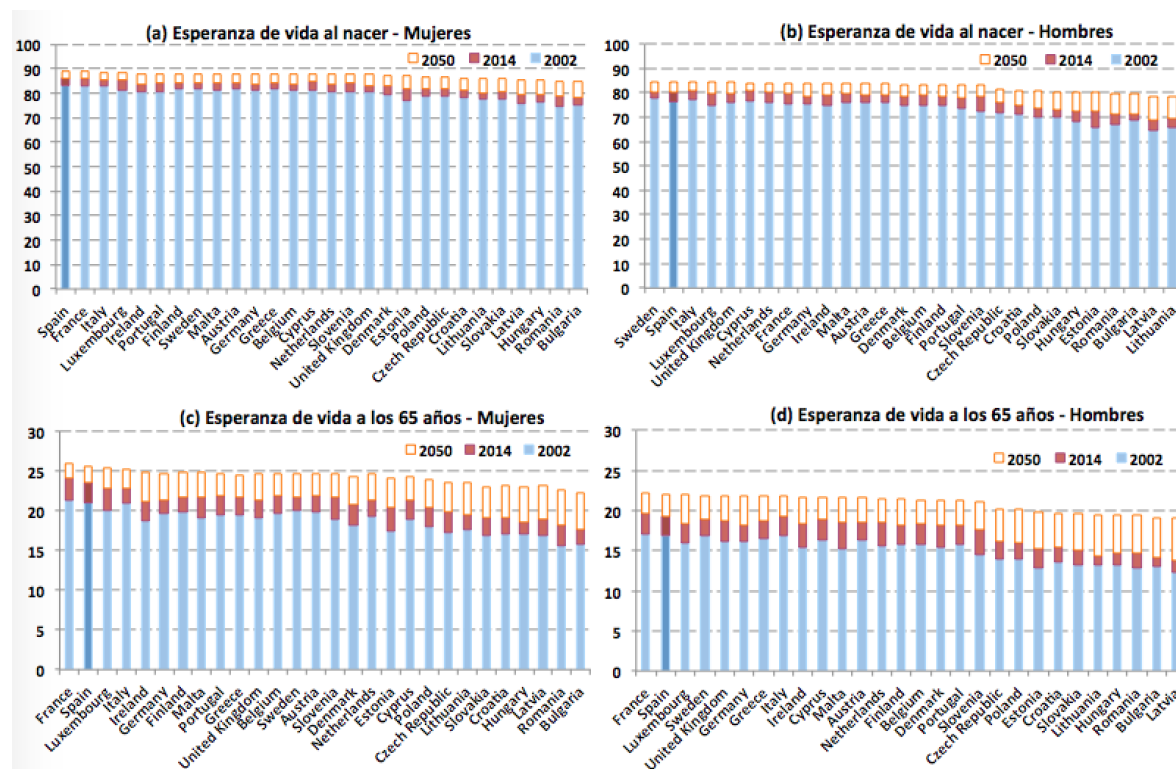


FIGURA 5.14: Esperanza de vida al nacer y a los 65 años. Países UE-28  
(Fuente: EUROSTAT)

En segundo lugar, también hemos visto que España tiene una de las tasas de fecundidad más bajas de los países desarrollados, con 1,32 hijos por mujer en edad fértil. Se considera que un valor de 2,1 niños por mujer es la tasa de reemplazo en los países desarrollados, es decir el número medio de nacimientos por mujer que se requiere para mantener el tamaño de la población constante en ausencia de movimientos migratorios. Sin embargo, todos los países de la Unión Europea con la única excepción de Francia con 2,01 niños se encuentran por debajo de este valor. En el año 2014, la tasa de fecundidad en la UE-28 fue en media de 1,58 niños, presentando Francia el máximo y Portugal el mínimo con 1,23 niños. En España fue de 1,32 niños. Entre los países de la OECD, Corea es el país con la menor tasa de fecundidad con 1,21 niños.

Además, a esta variable hay que añadir que la edad a la maternidad ha ido aumentando en los últimos años, en España ha pasado del 28,1 años en 1994 a 32,6 años en 2018. Si tenemos en cuenta ambas variables, se puede ver la (fig. 5.15) que los países de la UE que se encuentran en la actualidad en una situación de mayor dificultad serían aquellos con baja tasa de fecundidad y elevada edad a la maternidad, es decir en el cuadrante inferior derecho (tomando como referencia la media de la UE). En este grupo se encuentra España, junto con Italia, Grecia, Portugal y Alemania. También Japón y Corea se encuentran en esta situación.

En tercer lugar, **el proceso de envejecimiento en España avanza con cierto retraso respecto a otros países industrializados**. Este retraso se explica no solo porque las generaciones más numerosas, los llamados “baby boomers”<sup>8</sup>, nacieron más tarde en nuestro país si no por el proceso inmigratorio que se produjo en la primera década del siglo XXI en España (Conde Ruiz y González, 2010 [11]). En la (fig. 5.16) mostramos el peso de la población por edad en el año 2015 para Alemania, España, Francia, Italia y Reino Unido que suponen el 63 % de la población de la UE-28. En el caso de España el grupo de edad con mayor peso es la población con 38 años. Sin embargo, en otros países europeos este pico se encuentra para edades mayores por lo que en nuestro país la ola del babyboom llegará más tarde y como se ve en el gráfico también a una edad superior a la

<sup>8</sup>Baby boomer es un término usado para describir a las personas que nacieron durante el baby boom, que sucedió en algunos países anglosajones, en el período momentáneo y posterior a la Segunda Guerra Mundial, entre los años 1946 y 1965. Tras la Segunda Guerra Mundial, varios países anglosajones - Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda - experimentaron un inusual repunte en las tasas de natalidad, fenómeno comúnmente denominado “baby boom”. En esos países el término se utiliza también para denominar a esa generación.



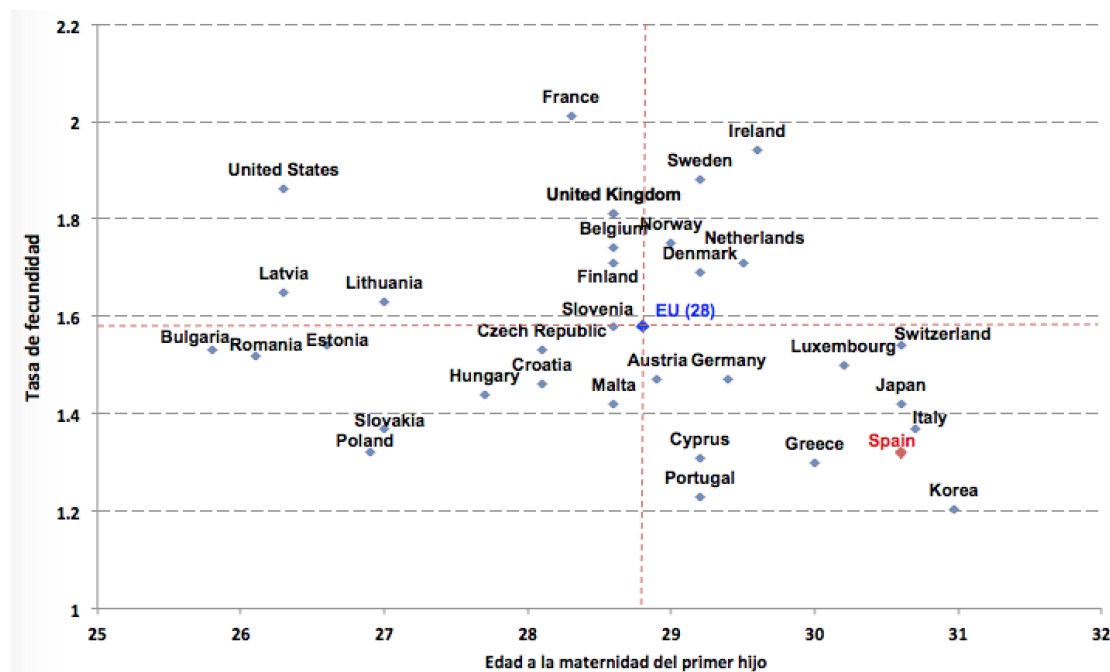


FIGURA 5.15: Tasa de fecundidad y edad media a la maternidad del primer hijo. Año 2018  
(Fuente: EUROSTAT y OECD)

de la media UE-28.

Si analizamos el peso de la población por grupo de edad entre los países de la UE, en la mayoría de países el grupo de edad entre 40 y 59 años es el que tiene el mayor peso en la población total, superando el 30 % en Italia (30,4 %), Alemania (30,3 %), Austria (30,1 %) y España (30,1 %). Ampliando el foco a la población en edad de trabajar, entre 30 y 64 años, la (fig. 5.17 - izquierda) muestra el peso de este grupo de edad en la población total (eje horizontal) y la proyección según Eurostat (eje vertical), y lo mismo para los mayores de 65. Como se puede ver, el peso del grupo de población en edad de trabajar disminuirá en todos los países. España será el país donde este peso caerá más al pasar del 51,0 % en el año 2018 al 39,4 % en 2050. Por el contrario, como se puede ver en la (fig. 5.17 - derecha) el peso de la población mayor de 65 años aumentará en todos los países. En este caso, España será el segundo país donde este porcentaje más aumentará, después de Eslovaquia, al pasar del 18,5 % al 33,4 % entre 2018 y 2050.

La combinación de los tres factores mencionados va a suponer que en las próximas décadas España tenga una de las tasas de dependencia más elevadas del mundo. La tasa de dependencia es la ratio entre la población mayor de 65 años y la población en edad de trabajar (16-64 años). En concreto, la tasa de dependencia aumentará del 27,6 % actual a casi el 72,5 % en el año 2050, mientras que la media de la UE no superará el 50 % en el mismo año. De hecho, España será el país de la Unión Europea con la tasa de dependencia más alta como se puede ver en la (fig. 5.18).

Por si fuera poco, a todo lo anterior se le une que las jubilaciones anticipadas están en máximos. En 2018 se jubilaron 141.000 personas que aún no habían cumplido los 65 años. Este es el dato más alto de toda la historia y una de las peores noticias para la sostenibilidad del sistema público de pensiones. En la (fig. 5.19) se puede observar la evolución de las prejubilaciones desde 2006 hasta diciembre de 2018:

El número de altas de jubilados se incrementó un 5,6 %, según los datos de la Seguridad Social, con respecto al año 2017, es decir, 7.500 jubilaciones anticipadas más que en el año anterior. Es importante tener en cuenta que se trata de **jubilaciones anticipadas, no de prejubilaciones**, ya que su prestación pasa a abonarla la Seguridad Social (se trata de estadísticas para las pensiones contributivas, esto es, excluyen las no contributivas y las clases pasivas).

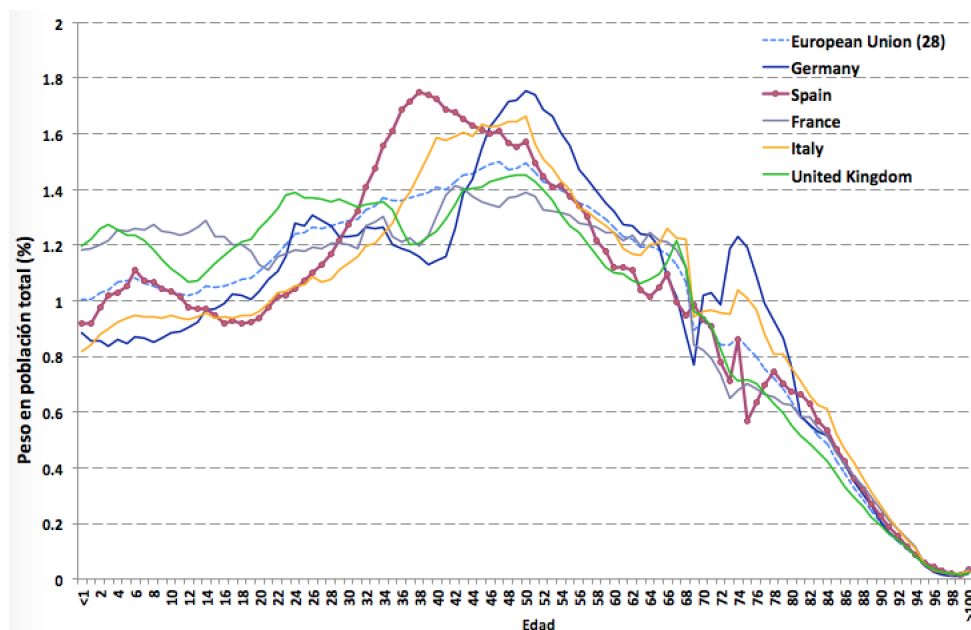


FIGURA 5.16: Peso de la población según edad (en %). Año 2018.  
(Fuente: EUROSTAT)

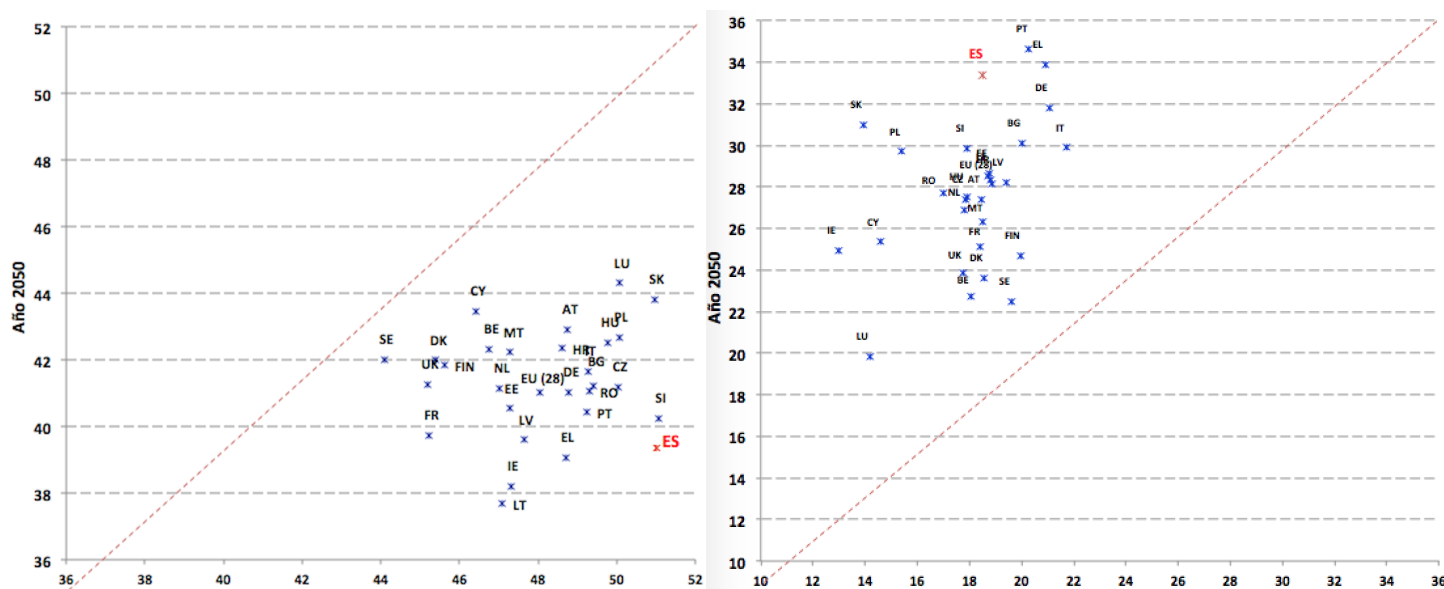


FIGURA 5.17: Derecha: Peso población 30-64 años (en %). Izquierda: Peso población de 65 años o más (en %) - Año 2018 vs 2050  
(Fuente: EUROSTAT)

Según indica la AIREF: “dos factores influyeron decisivamente en este incremento de las jubilaciones antes de los 65 años. El primero es la incertidumbre sobre el futuro de las pensiones y, en especial, sobre el factor de sostenibilidad, que debería haber entrado en vigor el pasado 1 de enero. Este factor era un ajuste sobre el cálculo de las nuevas pensiones que las ajustaba a la baja para adaptarlas a la esperanza de vida creciente. Para evitar verse afectados por este factor (aunque finalmente no entró en vigor), muchos trabajadores optaron por adelantar su jubilación y así garantizarse un mejor cálculo de la pensión. Además, la mejora del mercado laboral permite a los trabajadores jubilarse con pensiones más altas, por lo que aceptan sufrir una penalización por la salida anticipada a cambio de poder dejar el empleo. Esto indica que, a medida que la situación en el mercado laboral siga mejorando, las jubilaciones anticipadas podrían seguir incrementándose”.

El 43 % de las personas que se jubilaron en 2018 tenía menos de 65 años, según fuentes de la Seguridad



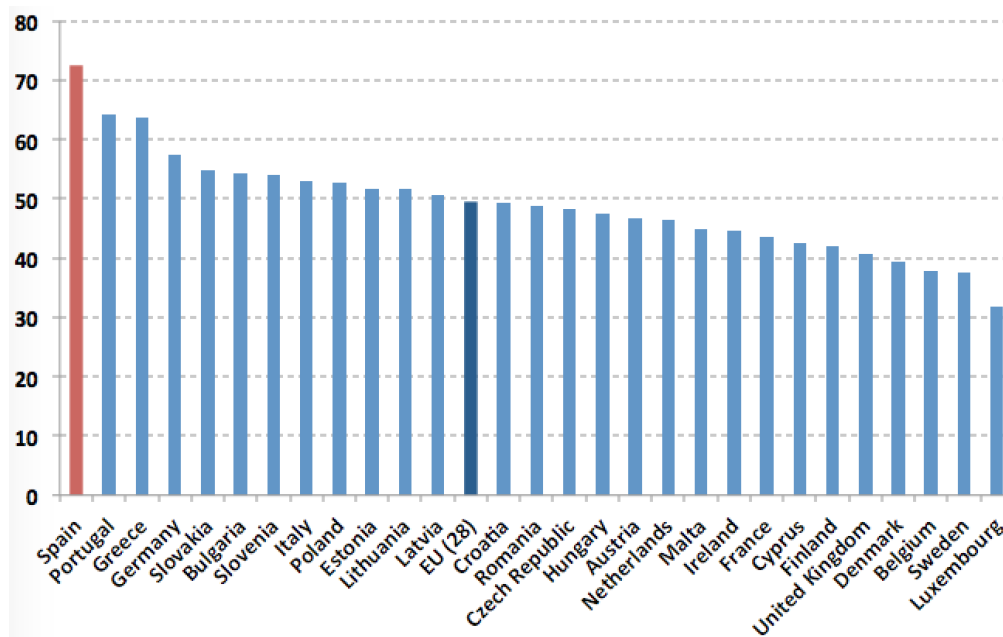


FIGURA 5.18: Tasa de dependencia (en %). Año 2050  
(Fuente: INE - Proyecciones a largo plazo 2014 y CE - Ageing Report 2015)

### Jubilaciones de personas con menos de 65 años

Número de jubilaciones contributivas de menores de 65 años, media móvil de un año



FIGURA 5.19: Prejubilaciones antes de los 65 años  
(Fuente: Seguridad Social)

Social, casi una de cada dos. Si se tiene en cuenta que la edad legal de jubilación se sitúa en 66 años y seis meses, se demuestra que España tiene un grave problema con las jubilaciones anticipadas.

Otro dato importante son las previsiones macroeconómicas que se hagan por parte de los agentes implicados, sobre todo las del PIB y las del IPC, aunque las de esta última variable quedaría neutralizada cuando se introduzca el *índice de revalorización*. En este sentido, en la (fig. 5.20), podemos observar la evolución estimada de la pensión máxima en condiciones de evolución estable y evoluciones anuales del PIB y el IPC. Así, vemos que la pensión máxima en España se situaba en 2.560 € en el 2015, hoy es de 2.659 € y existen unas 820.000 pensiones en nuestro país (9 % del total) que superan los 2.000 € mensuales, de estas 820.000 pensiones, 39.000 de ellas, superan los 2.600 € al mes<sup>9</sup>.

<sup>9</sup><https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/05/18/midinero/152663025544878.html>

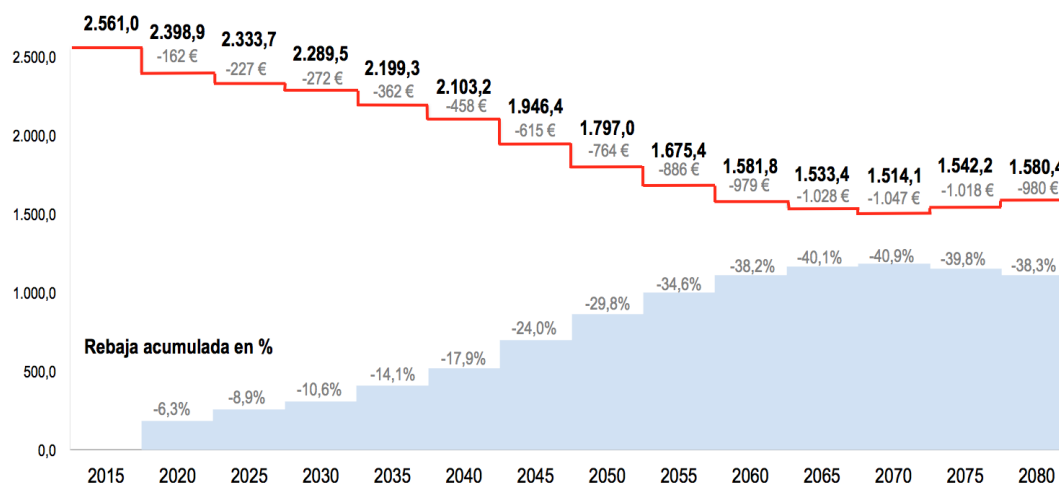


FIGURA 5.20: Evolución estimada de la pensión máxima (considerando una legislación estable y evoluciones anuales del PIB (2,1 %) e IPC (2 %))

(Fuente: [http://cincodias.com/cincodias/2018/10/19/economia/1476890009\\_299406.html](http://cincodias.com/cincodias/2018/10/19/economia/1476890009_299406.html))

Todos estos datos muestran que nuestro sistema de pensiones tendrá que enfrentarse en el futuro al reto del envejecimiento. Mayores valores de la tasa de dependencia supone que existen menos personas trabajando o produciendo por cada persona jubilada y también será mayor el gasto en pensiones como porcentaje del PIB. La evolución esperada de esperanza de vida, tasa de fecundidad y evolución de la población mayor de 65 años muestran que en las próximas décadas España se enfrenta a un proceso de envejecimiento entre los más intensos en Europa lo cual supondrá el aumento del peso de la población jubilada y por lo tanto recibiendo una pensión.

El sistema de pensiones español empezó a adaptarse a esta nueva realidad con la Reforma de 2011 (retraso edad de jubilación, ampliación del período de cálculo y cambio de la tasa de reemplazo, véase (Conde y González, 2012, [12]) para el impacto y la Reforma de 2013 (BOE 2874, [13]), sobre todo ésta última, la cual es objeto de estudio en el punto siguiente.

### 5.3.2. La reforma de 2013: contexto, cambios y efectos.

Ya se ha mencionado anteriormente el principal reto al que se enfrentan los sistemas de pensiones públicas: A) por un lado, **el aumento de la esperanza de vida**, la cual, a partir de los 65 años aumenta alrededor de 16 meses cada 10 años aproximadamente y B), en el caso de España, como señala Ramos, (2014) [14], la transformación demográfica durante las últimas décadas se ha caracterizado por tres factores *una intensa caída de la tasa de natalidad, un incremento de la esperanza de vida y un saldo migratorio positivo de gran magnitud durante los años de expansión y negativo a partir de 2009*; además, el caso se acentúa, pues la generación del *baby boom*, se empezará a retirar a principios de la próxima década con una esperanza de vida mayor que la de sus homólogos europeos (alrededor de dos años más, aproximadamente).

La combinación de estos factores ha hecho que la estructura de la pirámide demográfica española, según se vio en la **fig. 5.12**, haya experimentado, y seguirá experimentando a tenor de las proyecciones, cambios muy importantes y si añadimos que el sistema de pensiones español es un sistema de reparto, de modo que su estabilidad financiera depende de la ratio entre beneficiarios y contribuyentes al Sistema de la Seguridad Social, era necesario una revisión del sistema de pensiones previo.

En este contexto nace la REFORMA DE 2013, cuyo último fin según el ARTÍCULO 50 DE LA CONSTITUCIÓN ESPAÑOLA es que: “*Los poderes públicos garanticen, mediante pensiones adecuadas y periódicamente actualizadas, la suficiencia económica a los ciudadanos durante la tercera edad*”. De este modo, ese **objetivo de suficiencia** debe ser **sostenible**, a la par que **equitativo**. Esta sostenibilidad fue el objetivo de dicha reforma: “*garantizar el equilibrio presupuestario estructural entre recursos y gastos del sistema de reparto*”.

De esta forma, y con el objeto de adaptar el sistema de pensiones a las transformaciones demográficas y a la evolución del ciclo económico, se introducen dos mecanismos:

**1.) El Factor de Sostenibilidad (FS):** según la **Ley 27/2011**, está pensado para “*compensar los cambios en la esperanza de vida a la edad de jubilación*”. Esta “sostenibilidad” es un concepto no exento de discusión, o al menos no hay una definición que satisfaga a todas las partes, aunque la más extendida es la de la *sostenibilidad financiera o de caja*, que surge al comparar los ingresos y los gastos a lo largo de un horizonte temporal y cuya ecuación financiera (o de equilibrio presupuestario) viene caracterizada como  $I = G$  (Devesa Carpio y Fabián, 2013, [15]).

Este *mecanismo de equilibrio automático* tiene así unos objetivos muy amplios (Devesa Carpio y otros, 2013, [16]):

1. Afronta el cambio demográfico y mejora la sostenibilidad financiera del sistema.
2. Suaviza los efectos del ciclo económico.
3. Reparte el ajuste entre colectivos.
4. Mejora la equidad actuarial intergeneracional, reequilibrando la relación a nivel individual entre cotizaciones pagadas y prestaciones percibidas.

De este modo, permite vincular, de forma automática, el importe de las pensiones públicas de jubilación a la evolución de la esperanza de vida. Actúa una única vez al establecerse la pensión de jubilación y comparar la esperanza de vida del jubilado de 67 años, con la esperanza de vida de otro jubilado, nacido 5 años antes, cuando tenía la misma edad de 67 años. Se pretende ajustar las cuantías que percibirán aquellos que se jubilen en similares condiciones en momentos temporales diferentes. Queda, así pues, establecido que su **entrada en vigor será en 2019**, que la **revisión de la variación interanual de la esperanza de vida es cada cinco años**, según las tablas de mortalidad de la Seguridad Social y que la edad de **referencia es 67 años**.

Sirva a modo de ejemplo el siguiente modo de cálculo:<sup>10</sup>

Basada en las tablas de mortalidad que la Seguridad Social elabora, hay que conocer la esperanza de vida de los pensionistas de 67 años y cada 5 años revisar su valor. Esta expresión matemática viene dada por

$$FS_t = FS_{t-1} \times e_{67},$$

donde:

- $FS$  = Factor de sostenibilidad para el año  $t$ , con  $t = 2019, 2020, \dots$
- $FS_{2018} = 1$
- $t$  = año de aplicación del factor, que tomará valores desde el año 2019 en adelante.
- $e_{67}$  = valor que se calcula cada cinco años y que representa la variación interanual, en un periodo quinquenal, de la esperanza de vida a los 67 años, obtenida ésta según las tablas de mortalidad de la población pensionista de jubilación del sistema de la Seguridad Social, para el período 2019 a 2023 es igual a:

$$e_{67}^* = \left( \frac{e_{67}^{2012}}{e_{67}^{2017}} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Para el quinquenio siguiente (2024-2018) se comparará la esperanza de vida de un pensionista de 67 años en el 2017 con la de otro pensionista de 67 años en el 2022, y se utilizará la expresión:

$$e_{67}^* = \left( \frac{e_{67}^{2017}}{e_{67}^{2022}} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Y así sucesivamente. De ser cierto que efectivamente la esperanza de vida aumenta, este valor será inferior a 1. El factor de sostenibilidad se aplicará con absoluta transparencia, publicándose el seguimiento sistemático de la

<sup>10</sup>Ejemplo tomado de: <http://www.sfai.es/blog/efecto-del-factor-de-sostenibilidad-en-la-pension-de-jubilacion/>

esperanza de vida. De igual manera, y con ocasión del reconocimiento de su pensión inicial, se informará a los pensionistas sobre el efecto del factor de sostenibilidad en el cálculo de la misma.

Esto no provocará que las pensiones mínimas ni las máximas se vean afectadas por el factor de sostenibilidad. Las pensiones se calcularán como se establece en el *apartado 1 del art. 163 del texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio EDL 1994/16443*, y a esa base reguladora resultante se le aplicará el factor de sostenibilidad que corresponda en cada momento.

Para aproximar el valor del cálculo de una pensión y al no tener esas tablas futuras que se utilizarán para calcular los valores  $e_{67}^*$  se pueden utilizar las tablas generacionales PERM/F-2000<sup>11</sup> de la población española. Dichas tablas nos permiten calcular la esperanza de vida de un hombre que cumple los 67 años a lo largo del 2012, y también la de un hombre que cumpla los 67 años durante el 2017, estos valores son:

$$e_{67}^{2012} = 20.09 \qquad e_{67}^{2017} = 20.68,$$

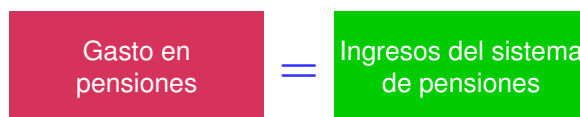
lo que implica que  $e_{67}^* = \left( \frac{e_{67}^{2012}}{e_{67}^{2017}} \right)^{\frac{1}{5}}$  toma el valor: 0.9943, es decir, para un individuo que se jubile en el año 2019, con una base reguladora de 30.000 €, y lo que hasta ahora sería una pensión de 30.000 €, su pensión será 29.828,37 €, la diferencia es de 171,63 €. Para un hombre que se jubile en el 2020 el  $FS$  será:

$$FS_{2020} = FS_{2019} \times 0,9943 = 0,9886$$

Y así hasta la próxima revisión, esto es, se mantiene una tasa de decremento constante anual del 0,9943 durante el periodo 2019-2023; valor que se revisará con la relación de la esperanza de vida de un individuo que en el 2022 tenga 67 años con respecto a la que tenía en el 2017 el individuo de 67 años. Siguiendo el proceso de simulación utilizando las tablas indicadas, la evolución anual del  $FS$  sería:

0.9943	2019
0.9886	2020
0.9829	2021
0.9773	2022
0.9717	2023
0.9664	2024
0.9611	2025
0.9559	2026
0.9506	2027
0.9454	2028
.....	.....

**2.) El Índice de Revalorización de las Pensiones (IRP)<sup>12</sup>:** También llamado *Factor de Revalorización Anual (FRA)* y tiene como objetivo el *equilibrio presupuestario entre ingresos y gastos del sistema de pensiones, corregidos por el ciclo económico*:

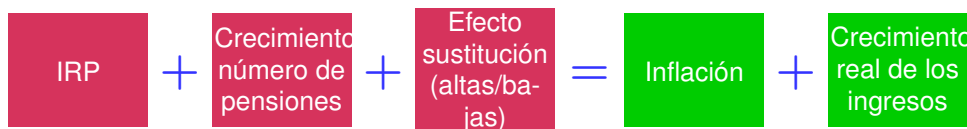


Fuente: BBVA Research

Un sistema de reparto solo puede distribuir los recursos de que dispone de manera estructural, sin embargo, el IRP permite todo salvo que: “*no pueden pagarse pensiones incurriendo en un déficit recurrente o estructural*”. De hecho, el sistema seguirá en equilibrio cuando:

<sup>11</sup>Las tablas PERM/F-2000 se conocen también como Tablas Generacionales Españolas de Supervivencia Masculina / Femenina. Esta última denominación denota su carácter dinámico, lo que permite que la probabilidad de fallecimiento dependa, no solo de la edad y el sexo de la persona, sino también del año de nacimiento. El resultado es el cálculo de una tabla distinta para cada generación. El elemento fundamental de la tabla es la probabilidad de fallecimiento a una edad concreta  $x$ , en un año determinado  $t$ , denotada por  $q_{x,t}$  y cuyo cálculo se efectúa en base a:  $q_{x,t} = q_{x,t_0} e^{-\lambda_x(t-t_0)}$

<sup>12</sup>Extraído de: <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/como-se-calculara-el-indice-de-revalorizacion-de-las-pensiones>



Fuente: BBVA Research

Este nuevo índice de revalorización, que sustituye al IPC<sup>13</sup>, está reflejado en una expresión matemática que contempla los ingresos y gastos del sistema, la tasa de variación de los ingresos, el número de pensiones y la variación interanual de la pensión media (Redondo Rincón, 2013, [17]):

$$IR_{t+1} = \bar{g}_{l,t+1} - \bar{g}_{p,t+1} - \bar{g}_{s,t+1} + \alpha \left[ \frac{I_{t+1}^* - G_{t+1}^*}{G_{t+1}^*} \right] \quad (5.1)$$

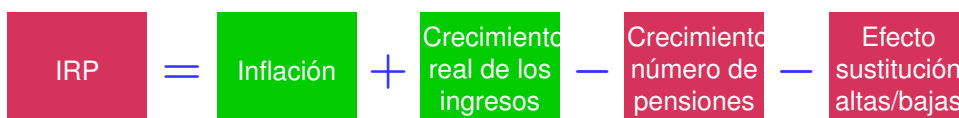
donde:

- $IR_{t+1}$  = Índice de revalorización donde  $t + 1$ , es el año para el que se calcula dicho índice y expresado en tanto por uno con cuatro decimales.
- $\bar{g}_{l,t+1}$  = Media móvil aritmética centrada en  $t + 1$ , de once valores de la tasa de variación en tanto por uno de los ingresos del sistema de la Seguridad Social.
- $\bar{g}_{p,t+1}$  = Media móvil aritmética centrada en  $t + 1$ , de once valores de la tasa de variación en tanto por uno del número de pensiones contributivas del sistema de la Seguridad Social. Similar al anterior pero basado en la variación del número de pensiones contributivas.
- $\bar{g}_{s,t+1}$  = Media móvil aritmética centrada en  $t + 1$ , de once valores del efecto sustitución expresado en tanto por uno. El efecto sustitución se define como la variación interanual de la pensión media del sistema en un año en ausencia de revalorización en dicho año.
- $\alpha$  = Parámetro fijo que tomará el valor entre 0.25 y 0.33. Para los primeros cinco años de cálculo, este valor será de 0.25. Para 2016, será de 0.25.
- $I_{t+1}^*$  = Media móvil geométrica centrada en  $t + 1$  de once valores del importe de los ingresos del sistema de la Seguridad Social.
- $G_{t+1}^*$  = Media móvil geométrica centrada en  $t + 1$  de once valores del importe de los gastos del sistema de la Seguridad Social.

Dados los diferentes términos que componen este índice, se han puesto como cotas el valor mínimo de 0.25 y como valor superior el IPC en el mes de diciembre del año anterior +0.50.

Técnicamente, y según se desprende de lo anterior, en realidad se está aprobando una revalorización de las pensiones del 0.25 % anual y aunque en el cálculo ya no se tenga en cuenta el IPC sino el incremento de costes reales, el escenario que se plantea a partir de 2019 no puede ser más desalentador, ya que la tendencia de precios generalizada será del 2 % a largo plazo y la revalorización de los ingresos de los pensionistas, siempre estará por debajo de ese horizonte<sup>14</sup>.

De este modo, como todas las variables entran corregidas por el ciclo económico, **se evita que las pensiones disminuyan en las recesiones** y que se vean afectadas por factores coyunturales, de forma que el sistema sigue en equilibrio cuando:



<sup>13</sup>Hasta ese momento, el IPC había sido considerado como la fórmula matemática más adecuada y transparente para mantener el poder adquisitivo de las pensiones públicas, debido a que este índice mide la evolución del nivel de precios de los bienes y servicios de consumo adquiridos por los hogares residentes en España.

<sup>14</sup>De hecho, para que el índice tenga un comportamiento netamente positivo, se debe cumplir que el número de pensionistas sea siempre inferior de un año a otro (complicado si aumenta la esperanza de vida) y que las cuentas de la Seguridad Social presenten superávit todos los ejercicios en sus capítulos presupuestarios no financieros, que son los que se consideran para el cálculo del índice de revalorización. [Extraído de: <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/como-se-calculara-el-indice-de-revalorizacion-de-las-pensiones>]

Fuente: BBVA Research

Por construcción, el IRP aumenta o disminuye igual que la inflación:

$$\text{IRP} = \text{Inflación} + \text{Crecimiento real de los ingresos} - \text{Crecimiento número de pensiones} - \text{Efecto sustitución (altas/bajas)}$$

Fuente: BBVA Research

Por lo tanto, como ya se ha comentado anteriormente que los pensionistas no ganan o pierden poder adquisitivo dependiendo de si la inflación es menor o mayor, sino que depende **de si el crecimiento real de los ingresos supera o no al del gasto en pensiones debido a la demografía y al efecto sustitución**.

Por ejemplo, si se prevé una tasa de inflación del 1.25 %, un crecimiento medio de los ingresos del 1.75 %, un crecimiento del número de pensiones del 1 % y un 0.5 % del efecto sustitución:<sup>15</sup>

$$\text{IRP} = \text{Inflación} + \text{Crecimiento real de los ingresos} - \text{Crecimiento número de pensiones} - \text{Efecto sustitución (altas/bajas)}$$

1.5 %      1.25 %      1.75 %      1.00 %      0.5 %

Fuente: Elaboración propia a partir de BBVA Research

Sin embargo, y debido a lo explicado con anterioridad en referencia a la situación actual del sistema de pensiones y concretamente al futuro más inmediato al que se enfrenta la sociedad española, el sistema presenta un desequilibrio estructural de partida ya que, por ejemplo, por un lado, el número de pensionistas será siempre mayor de un año con respecto a otro y por otro, las cuentas de la Seguridad Social no van a presentar superávit todos los ejercicios en sus capítulos presupuestarios no financieros. Por lo tanto:

$$\text{IRP} = \text{Inflación} + \text{Crecimiento real de los ingresos} - \text{Crecimiento número de pensiones} - \text{Efecto sustitución altas/bajas} - \text{Corrección del déficit}$$

Fuente: BBVA Research

es necesaria la introducción de un **factor de corrección del déficit** que corresponde al último miembro según vimos en (1.1):

$$IR_{t+1} = \underbrace{\bar{g}_{l,t+1}}_{\text{crecimiento ingresos}} - \underbrace{\bar{g}_{p,t+1}}_{\text{crecimiento n.º pensiones}} - \underbrace{\bar{g}_{s,t+1}}_{\text{efecto sustitución}} + \underbrace{\alpha \left[ \frac{I_{t+1}^* - G_{t+1}^*}{G_{t+1}^*} \right]}_{\text{corrección del déficit}}$$

El principal problema al intentar aplicar esta fórmula para el cálculo del IR es que la variable  $G_{t+1}^*$  depende de los gastos futuros del sistema que, a su vez, dependen del mencionado IR que se pretende calcular, originando así un **problema de circularidad**.

Para la solución de este problema (y dado que el Ministerio de Empleo y Seguridad Social no ha hecho pública la metodología para resolver este problema), en el documento de trabajo de la AIReF<sup>16</sup>, Moral-Arce y

<sup>15</sup> Este ejemplo ha sido modificado a partir del expuesto en: Doménech, R.: “¿Es Viable Nuestro Sistema de Pensiones? Propuestas de Mejora”, BBVA Research - UIMP, Santander, 29 de junio de 2016 y se ha modificado única y exclusivamente con fines explicativos, no siendo en ningún representativo de la realidad.

<sup>16</sup> La Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal es una institución que tiene por objeto velar por la sostenibilidad de las finanzas públicas como vía para asegurar el crecimiento económico y el bienestar de la sociedad española a medio y largo plazo y su misión es garantizar el cumplimiento efectivo por las Administraciones Públicas del principio de estabilidad presupuestaria previsto en el artículo 135 de la Constitución Española, mediante la evaluación continua del ciclo presupuestario y del endeudamiento público. Información extraída de <http://www.airef.es>



Geli, 2015, [18], han propuesto dos metodologías: en la primera de ellas se llega a una “*solución explícita de la ecuación no lineal obtenida a partir de la fórmula del IRP*”. Esta solución supone, sólo a los efectos del cálculo, que la pensión media se actualiza de manera constante durante un período de 5 años. En la segunda propuesta, que permite ciertas ganancias en la exactitud del cálculo pero asumiendo una mayor complejidad computacional respecto al método anterior, se ofrece un “*método iterativo que garantiza la obtención de una senda temporal de IRP consistente con el equilibrio presupuestario en el largo plazo. Este último método supone inicialmente una trayectoria de gastos que converge linealmente al nivel de ingresos en 2030, en línea con un parámetro de velocidad de ajuste  $\alpha$  que oscile entre 0.25 y 0.33.*”

Posteriormente, en un nuevo documento de trabajo (AIReF, 2017, [19]), este organismo confirma que los cálculos emitidos por el Ministerio de Empleo y Seguridad Social (MEySS) para el IRP en el 2017 son realistas y que la forma de cálculo se ha aplicado correctamente, dando como resultado un IRP de -3 %, sin embargo, en ese año el incremento anual de las pensiones fue del 0.25 %, en línea con lo que veíamos cuando analizamos el índice de revalorización. Este informe aporta también las previsiones del IRP que se deberían aplicar hasta 2022 y confirman que el IRP efectivo debe continuar en el 0.25 % (recordemos que sea cual sea el resultado del cálculo del IRP, el incremento mínimo de las pensiones nunca podrá ser inferior a 0.25 %), debido sobre todo por el “*abultado desequilibrio en el saldo de partida*”.

### 5.3.3. Las pensiones y la política: otra oportunidad perdida.

Comenzamos este punto con algunas “perlas” de nuestra última generación de políticos que en ‘encarnizados’ debates en plena campaña electoral no tienen el más mínimo reparo en hacer un poco de demagogia con el tema de las pensiones,<sup>17</sup> porque como decía Groucho Marx: “*puede parecer un idiota y actuar como un idiota, pero no se deje usted engañar, es realmente un idiota*”:

#### Argumento político

“Las pensiones siempre se han revalorizado con el PP.” (Pablo Casado)

#### Grado de verdad: A MEDIAS

El PP aprobó una reforma de la Seguridad Social que incluía un índice de revalorización de las pensiones que en la práctica solo las elevaba un 0,25 % en los años posteriores. Sin embargo, los jubilados perdieron poder adquisitivo en 2012, 2016 y 2017 porque el aumento del IPC fue mayor.

#### Argumento político

“Hay diferencia en cómo se revalorizan las pensiones cuando gobierna el PSOE y el PP (Sánchez muestra un gráfico que favorece a los socialistas).” (Pedro Sánchez)

#### Grado de verdad: FALSO

Durante la legislatura de Zapatero, el PSOE congeló las pensiones y los jubilados sufrieron en 2011 la mayor pérdida de poder adquisitivo en años, un 2,9 %. Con Rajoy la revalorización media fue del 0,25 %, pero los pensionistas perdieron capacidad de compra en 2012 (un 1,9 % menos), en 2016 (1,35 %) y en 2017 (0,95 %).

<sup>17</sup><https://economistasfrentealacrisis.com/las-pensiones-oportunidad-perdida/>



## Argumento político

“Zapatero dejó quebrado el sistema de Seguridad Social.” (Pablo Casado)

## Grado de verdad: FALSO

Zapatero dejó una hucha de las pensiones de 66.815 millones de euros que se fue reduciendo durante el mandato de Rajoy.

Las pensiones siempre están en el centro del debate político. No en vano, en las últimas elecciones del pasado abril, había casi 9 millones de jubilados en nuestro país, es decir, casi 9 millones de personas con derecho a voto, así que los partidos siempre se han cruzado acusaciones sobre quién cuida más y mejor, el futuro de los pensionistas. La frase de Groucho Marx mencionada al comienzo quizá podría aplicarse a nuestra clase política dirigente, ya que por desgracia, parece confirmarse que finalmente el Gobierno no abordará la derogación de la reforma de pensiones aprobada por el anterior gobierno en 2013, ni tampoco el establecimiento de un nuevo modelo de financiación de la Seguridad Social que permita, por lado y en primer lugar, cerrar rápidamente, en unos pocos ejercicios, el déficit estructural de la misma, y por otro y en segundo lugar, hacer frente al aumento en el número de pensionistas que comenzará en pocos años con la llegada a la jubilación de las cohortes de la generación del baby boom. Todo ello, en línea con los planteamientos y con la propuesta de reformas a corto y a largo plazo de la AIREF que hemos revisado anteriormente.

Con esa negativa a abordar los problemas, el Gobierno, por un lado, posterga su solución; por otro, mantiene ‘viva’ la reforma del PP (que basa la sostenibilidad del gasto futuro exclusivamente en el recorte de las prestaciones), amparando la espada de Damocles que supone sobre la vida de los pensionistas; y finalmente, alimenta las opiniones catastrofistas sobre el futuro del sistema de pensiones, dando pábulo y oportunidades a quienes un día sí y otro también afirman que no hay más camino que el recorte de las pensiones. Tres efectos negativos que no parecen haber pesado suficientemente en la decisión.

Sin embargo, varias son las razones a las que distintos miembros del Gobierno han apelado para justificar que, aún habiendo una respuesta, no se aborde la solución a los problemas de la Seguridad Social y que, al mismo tiempo, se mantenga en la ley una reforma que se ha demostrado inaplicable. Varias, sí, pero ninguna convincente.

La primera es que el Gobierno no está dispuesto a abordar una reforma unilateral del sistema de pensiones, (el Partido Popular sí lo hizo en 2013). Sin embargo, hay diversas razones que justifican el acometer de forma urgente dicha reforma, dado que la situación actual no es comparable a la de la reforma del 2013; además, entre otros motivos, la AIREF le ha dado un serio aviso al Gobierno acerca de que es preciso adoptar medidas cuanto antes para encaminar la superación del déficit público y que en la Seguridad Social se localiza una parte mayoritaria del déficit estructural.

La reforma de pensiones del Partido Popular fue unilateral porque no convocó el diálogo social, porque eludió expresamente el Pacto de Toledo (vulnerando incluso las Recomendaciones consensuadas del mismo, en las que del propio Partido Popular había participado, que estaban en vigor), y porque utilizó su mayoría -una mayoría política coyuntural- para aprobar una reforma enfocada al largo plazo, que pretendía permanecer *vigente al menos durante treinta años*. Como señala Antonio González: “*es dudosamente democrático que se utilice una situación política de mayoría absoluta coyuntural para imponer reformas para toda la vida. Ni siquiera es realista.*”<sup>18</sup> Más todavía que por sacar de la liza política electoral las pensiones, lo que da sentido al Pacto de Toledo es la necesidad de que el sistema de pensiones, que es de todos los españoles, responda al sentir mayoritario de la sociedad expresado en el consenso de la mayoría de las fuerzas políticas. El Partido Popular con una minoría de votantes no puede imponer a la mayoría un cambio que haga irreconocible el sistema de pensiones. Pero, al fin y al cabo, es lo que hizo.

<sup>18</sup><https://economistasfrentealacrisis.com/las-pensiones-oportunidad-perdida/>

Esto anterior no tiene nada que ver con la situación actual. Primero, la reforma deberá ser aprobada por una mayoría de los grupos políticos. No se contempla la ‘unilateralidad’, participan todos: agentes políticos y sociales, incluso habrá que ver si cuando llegue el momento, no la respaldarían incluso el PP y Ciudadanos. Segundo, la reforma constataría la evidencia de que se alcanzó un acuerdo unánime (se haya formalizado o no, pero no se puede esconder que se ha alcanzado) en el Pacto de Toledo sobre los aspectos nucleares de esa reforma. Y tercero, el diálogo social ha intervenido durante un largo proceso de tiempo. Ha constatado la necesidad de abordar esa reforma sin que la misma haya encontrado impedimento de fondo por ninguna de las partes, sino discrepancia de una de ellas en cuanto a la oportunidad política, y respaldo de la otra, la sindical, por la urgencia y la necesidad de la reforma. Urgencia y necesidad objetivas para superar el déficit de la Seguridad Social (entre 1.250 y 1.500 millones de euros cada mes), en línea con lo que insta la AIREF al Gobierno, y necesidad, por coherencia política de poner en orden y congruencia la ley, la norma vigente, con las políticas que se quieren aplicar desde ahora y para el futuro.

Estas razones enumeradas anteriormente son las que el Gobierno debería haber explicado (recordemos que incluso lo prometió), asumiendo así su responsabilidad y no dejando pasar más tiempo sin tomar medidas que atajen el déficit estructural y la sostenibilidad fiscal, ya que a corto plazo, uno de los mayores riesgos que tenemos en España es la de no cumplir con los compromisos de déficit adquiridos con Europa, lo que imposibilita despejar el horizonte para las cuentas públicas y para las pensiones. Dicho aún más claro, ¿el Gobierno actual ha articulado un compromiso de todos los grupos para tramitar, cuando se constituyan las Cámaras en la recién estrenada legislatura, el decreto ley para la reforma de las pensiones? Esa hubiera sido la mejor respuesta a la urgencia de las medidas a adoptar. Una urgencia mucho mayor respecto a otras que se están convirtiendo en decretos leyes.

Por esta razón misma, las razones relativas a una utilización impropia del decreto ley aparecen como un nuevo burladero del Gobierno. Especialmente cuando lleva aprobados la friolera de treinta y dos en nueve meses y casi ninguno posiblemente pasaría sin tacha la prueba de constitucionalidad. Lo mismo que sucedió durante el anterior Gobierno del PP.

Si estas no parecen razones convincentes, cabe la posibilidad de que el Gobierno en realidad haya cambiado de idea acerca de cuestiones centrales respecto de lo que había venido defendiendo hasta ahora. No lo ha dicho, pero la falta de explicaciones solventes, y coherentes con lo que hace en otros ámbitos, puede hacer pensar que quizá podría ser así.

Otro tema recurrente es el del IPC. La Comisión Europea, por ejemplo, en el informe sobre España realizado en el marco del Semestre Europeo, alerta de que, si se vinculase la revalorización de las pensiones con el IPC, el gasto a mitad de este siglo alcanzaría la cifra de casi el 18 % del PIB. cifra que podría alarmar a cualquier Gobierno sensato. Y en mayor medida si a) no se hubiera abordado suficientemente en el seno del Gobierno el ejercicio político y técnico de clarificar y objetivar el problema de las pensiones, dejándose llevar por las conclusiones de análisis superados de los que se ha demostrado su insuficiente rigor, y b) cuando la capacidad de influencia que se concede acríticamente a la Comisión Europea es considerable.

La cifra que señala la Comisión Europea del 18 % queda lejos del 13,5 % que ha calculado la AIREF, la primera contiene errores, primero porque parte de un cálculo impreciso y sobre-dimensionado de la proyección de gasto en pensiones para 2050 (proyecciones del informe de la Comisión Europea [20]) que a su vez tiene dos errores:

- Sus escenarios demográficos y de empleo son claramente poco realistas (como ha demostrado solventemente la AIREF), lo cual eleva artificialmente la cifra de gasto en pensiones en relación con un (mucho más deprimido) PIB. Y segundo, que esta fue inexplicable y crípticamente incrementada, desde el 12,5 % que contemplaba el informe Ageing 2015 (aplicando ya los recortes de la reforma del PP de 2013) a más de un 14 % en el informe de 2018. Pese a que la metodología no permite revisiones en el cálculo del volumen de gasto sin cambios en la legislación, en la Ficha para España se decidió incrementar dos puntos el gasto previsto para mediados de siglo, lo que parece muy probablemente corresponder a que se dejó de aplicar al cálculo el IRP de la reforma de 2013 y se contempló una mayor revisión de las pensiones (como señala el apartado I.2. “Constant

*Policy” assumptions on pension revaluation* de la Ficha para España).

- La segunda de las razones por las que no resulta fiable el 18 % con el que la Comisión pretende meter miedo, es que estima que volver a revisar las pensiones con el IPC ocasionaría un incremento del gasto de 4 puntos porcentuales del PIB. Una cifra que parece exagerada si tenemos en cuenta que la AIREF, con supuestos más sensatos, ha calculado que esa vuelta al mantenimiento del poder adquisitivo quedaría por debajo de los tres puntos (2,8 %).

Pero, la debacle en torno a la previsión sobreviene cuando la Comisión suma a una cifra sobre-estimada de gasto (a la que además incorporaba ya una revalorización superior a la del IRP de la reforma de 2013) el importe (inflado) de revalorizar las pensiones con el IPC. El 18 % del informe sobre España queda por todo ello muy lejos del 13,5 % que ha calculado la AIREF.

Podría ser que el error de la Comisión Europea, trasladado al informe España 2019 del Semestre Europeo, en el que se aprecia la alarma derivada de un gasto futuro en pensiones desorbitadamente elevado, haya llevado al Gobierno a creer que a la vista de esos datos no sería responsable respaldar la revalorización con el IPC. Esas cosas suceden, especialmente cuando se juzga desde los ‘apriorismos’.

Como vemos, los argumentos políticos para la reforma o no de las pensiones tienen tantos implicados y hay opiniones tan dispares que podría prolongarse eternamente, por lo que como dijimos anteriormente, es un problema en el que todas las fuerzas políticas están condenadas a entenderse, ya que de forma directa o indirecta estamos implicados, sin excepción, cada uno de los ciudadanos españoles, no importa la edad, el sexo o el nivel adquisitivo.

## 5.4. ¿Es sostenible nuestro sistema de pensiones? Perspectivas a medio y largo plazo

Ya hemos visto que el debate de las pensiones despierta un innegable interés en el que las opiniones, análisis y propuestas se suceden de forma recurrente. Muchas de estas propuestas se centran solo en cuestiones como la sostenibilidad económica del sistema público o el retraso en la edad de jubilación. Por ejemplo, Valero y otros (2011), [21], proponen un modelo de pensiones que implica una combinación de vías para abordar una reforma integral y que consiste básicamente en establecer una pensión básica de carácter general financiada con impuestos, una pensión contributiva obtenida de la aplicación de un modelo de contribución definida nacional y una tercera pensión derivada de un sistema complementario ocupacional de afiliación automática. Por su parte, Cabo y otros (2015), [22], analizan un proceso de integración de planes de pensiones de empleo de prestación definida con el sistema público de la Seguridad Social y Córdoba Bueno y otros, (2015), [23], en base a análisis de proyecciones del envejecimiento de la población proponen un modelo dinámico de mínimos cuadrados generalizados para estimar la evolución de los ingresos y gastos generalizados de la Seguridad Social, con unas conclusiones interesantes y en cierto modo acertadas, ya que señalaban que en 2019 el sistema colapsaría (efectivamente, la Seguridad Social ha tenido que pedir un préstamo para pagar las pensiones, según vimos en el punto 5.3.1) y que hasta el año 2050 seguiría aumentando el diferencial entre ingresos y gastos de la Seguridad Social con un efecto asfixiante para el déficit público.

Los trabajos anteriores se configuran como soluciones factibles al problema pero más allá de aspectos puramente técnicos, quizás, lo primero que deberíamos asumir es que el sistema no evoluciona al mismo ritmo que la sociedad y eso, a pesar de que las reformas llevadas a cabo han tratado de adaptarse a la nueva situación demográfica. Sin embargo, parece ajeno al hecho de que dentro de cuarenta años, la población mayor de 65 años supondrá alrededor del 30 % del total de los españoles. Por lo tanto, los cambios demográficos, están sucediendo con más rapidez que la propia adaptación del sistema. Si no somos capaces de ver eso, será más complicado aún si cabe.

Básicamente, la sostenibilidad de nuestro sistema de pensiones depende de la ocupación nacional y del nivel demográfico, ya que el sistema financiero que subsiste sigue siendo el de reparto. La (fig. 5.21) representa muy bien los componentes del gasto en pensiones:

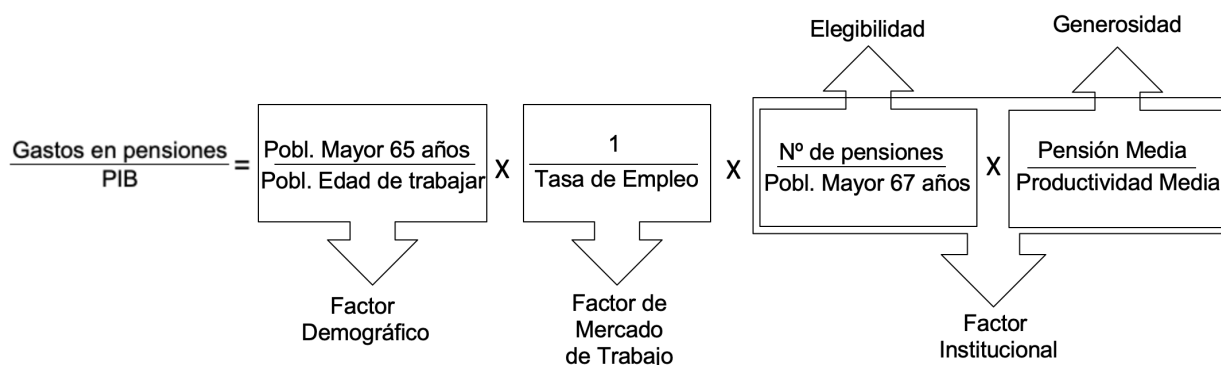


FIGURA 5.21: Descomposición del gasto en pensiones sobre el PIB

(Fuente: Conde-Ruiz y Alonso, 2006 [24])

Así, podemos ver los tres factores que juegan un papel fundamental: por un lado, el **factor demográfico**, ratio entre la población en edad de jubilación y la población en edad de trabajar, es decir, la tasa de dependencia vista ya con anterioridad y afectada, como ya hemos comprobado, por el intenso proceso de envejecimiento de la población española unido a una mayor esperanza de vida. Por otro, el **factor mercado de trabajo**, que viene definido por la tasa de empleo, la cual es difícil de determinar su evolución debido a la cantidad de factores que pueden repercutir en ella; finalmente, el **factor institucional** que depende de las reglas que rigen el sistema de pensiones y por lo tanto es el que se ve afectado directamente por las reformas del mismo. Como podemos ver este factor esta formado por dos variables: la **elegibilidad** que es el ratio entre el número de pensiones y la población en edad de jubilación (Núm. Pensiones/Poblac.Mayor67) y está sujeto, por tanto, a las normas de acceso a las pensiones. El estado español reconoce prestaciones contributivas por jubilación, viudedad, orfandad e incapacidad permanente. Todo ello unido a las pensiones de jubilación anticipada hacen que actualmente en España esta ratio sea superior a la unidad (1,07). Dado el progresivo proceso de incorporación laboral de la población femenina, cabe esperar que un porcentaje mayor de la población acumule derechos a prestaciones contributivas y, por tanto, que esta ratio aumentara algo en las próximas décadas, lo que impulsaría al alza el gasto en pensiones.

Por otro lado, la **generosidad** se define como el *ratio entre pensión media y productividad media (o PIB por ocupado)*. Su evolución futura dependerá, no sólo de los cambios en la productividad que experimente la economía (progreso tecnológico) sino también, lo que es más importante, de cómo se trasladen los aumentos en la productividad a las pensiones. Dado que en España, las pensiones contributivas se calculan en base a una función que depende del historial laboral de los trabajadores entre los que se encuentra los años trabajados, el salario medio de los últimos 25 años (tras la reforma de 2011) y la edad de jubilación, los aumentos en la productividad, en la medida que generan ganancias salariales, se acaban trasladando a las pensiones. Por este motivo la pensión media y la productividad media no son independientes entre sí. Esta relación también implica que la tasa de sustitución de las pensiones (el ratio entre la pensión media y el salario medio) depende de la tasa de crecimiento de la productividad y esta relación de dependencia varía en función de cómo se determinen las prestaciones contributivas.

Numerosas voces de expertos defienden que el sistema de pensiones es sostenible, como por ejemplo Borja Suárez,<sup>19</sup> cuando afirma que, independientemente de las reformas que necesita el sistema, hay “*intereses en generar incertidumbre, meter miedo en cuanto a que el sistema no es sostenible en estos términos para que la gente empiece a contratar planes de pensiones*”, aportando además un dato: “*la reforma de 2013 que hace el Gobierno es casi un calco de la propuesta de la comisión de expertos, donde de los 12 miembros, 9 estaban*

<sup>19</sup>Borja Suárez es profesor de Derecho del Trabajo y la Seguridad Social en: [https://www.eldiario.es/economia/sistema-pensiones-perfectamente-sostenible-dentro\\_0\\_753125650.html](https://www.eldiario.es/economia/sistema-pensiones-perfectamente-sostenible-dentro_0_753125650.html)

*vinculados al sector de seguros o al bancario”.*

En la misma línea de defensa se sitúan la consejera socialista de Trabajo y Justicia del Gobierno Vasco, María Jesús San José;<sup>20</sup> el director del Instituto BBVA de Pensiones, David Carrasco;<sup>21</sup> la catedrática de Econometría, Estadística y Economía de la Universidad de Barcelona, Mercedes Ayuso;<sup>22</sup> y el socio de Analistas Financieros Internacionales (AFI) José Antonio Herce<sup>23</sup>. Todos coinciden en que, efectivamente, el sistema de pensiones es sostenible pero hay que «repensarlo». Según Ayuso “*no solo el envejecimiento de la población, sino los movimientos migratorios también han afectado durante la crisis a nuestro sistema de pensiones*” y debido a esa componente migratoria es difícil hacer proyecciones demográficas. José A. Herce recalca el aspecto demográfico en el sentido de que cada año que pasa vivimos dos meses y medio más, lo que implica que con carreras de cotización fijas, de 35 años, cada vez acumulamos menos recursos para pagar unas pensiones que se prolongan más y más años. Se estima que en 2060 habrá un cotizante por un pensionista esto quiere decir que en el plano individual tendremos el mismo tiempo de jubilación que de trabajo.

Para todos se antoja fundamental, a corto plazo al menos, incrementar los ingresos actuando sobre las causas directas del desajuste para garantizar el equilibrio financiero, es decir, aumentando el empleo de calidad, reduciendo los empleos temporales y de tiempo parcial e incrementando los salarios, es decir, acometiendo reformas estructurales que permitan mejorar el empleo y la productividad. Otra posible vía sería la de incrementar la participación de los Presupuestos Generales en la financiación del sistema público de pensiones. Sin embargo todas estas medidas llevarían un coste aparejado (incremento de la carga impositiva y menor disponibilidad de renta para los ciudadanos, con el consecuente riesgo del proceso de consolidación fiscal), por lo que habría que calcular sus consecuencias, además, a largo plazo se requiere un análisis más profundo.

Otras voces defienden la conveniencia de una transición hacia un sistema basado en la capitalización individual asumiendo que, dado que los ahorros de los trabajadores en un momento del tiempo se utilizan para financiar sus propias pensiones del futuro, no solo se conseguiría aislar la evolución de las pensiones del problema demográfico, sino que también se produciría un aumento del ahorro nacional, lo que aceleraría el proceso de acumulación de capital y el crecimiento económico (Modigliani y otros, 2000, [25]). El problema es la rentabilidad de los fondos de pensiones privados; por ejemplo y según Pablo Fernández, en el periodo diciembre 2002-diciembre 2017, la rentabilidad del IBEX-35 fue 226 % (con un promedio anual del 8,19 %), la de los bonos del Estado a 15 años, 97 % (promedio anual del 4,61 %), mientras que la rentabilidad media de los fondos de pensiones fue del 60 %, lo que significa un promedio anual del 3,03 %. Entre los 356 fondos de pensiones con 15 años de historia, sólo 4 superaron la rentabilidad del IBEX 35 y 47 la de los bonos del Estado a 15 años. (Fernández y Fernández Acín, 2018, [26]). Y el año pasado no fue mejor. De hecho, a finales de año, casi el 95 % de los productos estaba en pérdidas en lo que iba de ejercicio. El ahorro en este tipo de planes está alrededor de 110.000 millones de euros y entre enero y septiembre del pasado año se registraron unas salidas netas de dinero de 599 millones de euros.<sup>24</sup>

Aunque el sistema de capitalización (en forma de fondos de pensiones) no produzca los efectos deseados en términos de rentabilidad, podría tener efectos sobre bienestar social, sin embargo, no hay claros argumentos para inclinarse por uno u otro, entonces, ¿por qué no abogar por un sistema mixto? Como dice Rafael Doménech: *¿por qué no diseñar un sistema de pensiones que busque el equilibrio entre el coste económico y social de las distorsiones, por un lado, y la equidad y la existencia de mecanismos de seguro ante los riesgos idiosincráticos a los que se enfrentan los individuos, por otro?* (Doménech, 2013, [27]). La reducción de múltiples ineficiencias y distorsiones puede dar lugar a simultáneamente a pensiones medias más elevadas en un sistema de reparto, a

<sup>20</sup>Consejera de Trabajo y Justicia. Conocedora de la Administración, fue directora de la Secretaría de Gobierno y de Relaciones con el Parlamento con el lehendakari López.

<sup>21</sup>El Instituto es una iniciativa de educación financiera en materia de jubilación del Grupo BBVA en España y Portugal.

<sup>22</sup>Fue una de las expertas que elaboró el informe sobre la sostenibilidad de las pensiones encargado por el Gobierno para la reforma de 2013.

<sup>23</sup>Autor de numerosas monografías y artículos en revistas internacionales sobre las consecuencias económicas del envejecimiento.

<sup>24</sup>[https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/11/26/midinero/1543245269\\_823626.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/11/26/midinero/1543245269_823626.html)



una mejora de la equidad y a un aumento del bienestar social.

Ya hemos visto que el sistema de capitalización genera efectos positivos sobre la tasa de ahorro, la acumulación de capital, la productividad y la oferta de trabajo, al tiempo que evita distorsiones generadas por los impuestos. Estos efectos deben ser tenidos en cuenta a la hora de mejorar el sistema de reparto con sistemas complementarios, en los que se aumente el vínculo entre las contribuciones satisfechas y las pensiones futuras.

En cualquier caso, ¿cómo se puede solucionar el problema? Pues en primer lugar, empezando por admitir que tenemos un problema, pero no en el sentido de alarmar, de generar incertidumbre, de fomentar el pesimismo, sino buscando el consenso para admitir que hay que ‘sentarse’ a buscar soluciones y diferenciar entre soluciones a corto y medio y largo plazo y admitir que no solo hay que poner el esfuerzo en las soluciones a corto y postergar las del largo, utilizando la jerga médica, podríamos establecer una comparación entre España y un paciente con dos problemas: el primero heridas profundas que le hacen perder sangre a borbotones y el segundo, por ejemplo, un problema de anorexia, falta de nutrientes, extrema pérdida de peso, etc... Lo primero que habría que hacer es taponar las heridas para que dejen de sangrar y evitar así que pueda morir desangrado, una vez conseguido, empezar a poner remedio para el segundo problema. España bien podría estar en la misma situación, con problemas a corto plazo o urgentes que deben ser solucionados de forma inmediata y complicaciones a largo plazo que conviene no perder de vista mientras se ponen en marcha las soluciones urgentes. Porque nuestro sistema de pensiones es sostenible, pero no es sostenible “*solo creando empleo*”, ya hemos visto que es complicado prever la evolución de la tasa del mismo a largo plazo. Como señala Conde-Ruiz, (2017), [28] “a medida que se extiende la duración de la vida laboral resulta más difícil alcanzar tasas de empleo más elevadas” y debido a esa componente demográfica cuyas previsiones estiman un proceso de envejecimiento tan intenso, a pesar de alcanzar el pleno empleo, en el 2050 tendremos casi un trabajador por cada jubilado. La vías de ‘otra’ explosión demográfica que incrementa la tasa de natalidad o una oleada masiva de inmigrantes parecen cerradas, resultando altamente improbables.

Tampoco es sostenible “*aumentando solo los salarios*”, es decir, un aumento de los salarios no justificado con un aumento similar en la productividad podría tener un efecto negativo sobre la demanda de trabajo, lo que haría más complicado aún el objetivo de pleno empleo, ni “*aumentando las cotizaciones sociales*”, ni tan siquiera “*usando los impuestos generales*”. Todo pasa por una serie de medidas entre las cuales están no sólo las anteriores, es decir, fomentar unas políticas a largo plazo encaminadas a alcanzar el pleno empleo y frenar así el crecimiento de la tasa de dependencia, eliminar la precariedad laboral para aumentar las tasas de fecundidad, mejorar las políticas educativas y tecnológicas para aumentar la tasa de crecimiento de la productividad y aumentar los ingresos del sistema de pensiones y diseñar unas políticas demográficas y de inmigración, que incentiven el crecimiento de la población activa y también frenen el crecimiento de la tasa de dependencia.

## 5.5. Conclusiones del capítulo

Encuestas, expectativas, predicciones, creencias,..., ¿alguien da más? Parece que el episodio de la pensiones forma parte de una saga al más puro estilo cinematográfico o literario en la que cada vez que los actores principales intervienen, escriben un nuevo capítulo. El problema es que parece que ni los ciudadanos, ni las empresas, ni los políticos tienen conciencia de la gravedad del problema demográfico al que se enfrenta España debido a la escasez de población y a sus futuras repercusiones en el ámbito económico y social.

Así, y según las principales conclusiones del Consenso Económico, correspondiente al primer trimestre de 2019, elaborado por PwC<sup>25</sup>, el 77,7 % de los expertos cree que la sociedad española no ha entendido la seriedad del reto demográfico al que nos enfrentamos y un 82 % asegura que tampoco contamos con los representantes políticos adecuados para hacerlo.

<sup>25</sup><https://www.eleconomista.es/economia/noticias/9737470/03/19/Los-empresarios-alertan-de-la-falta-de-conciencia-del-problema-demografico.html>

Entre las causas se encuentra una falta de nacimientos que -según el 45 % de los encuestados-, se traducirá en las próximas décadas, entre otras consecuencias, en la imposibilidad de aumentar nuestra población activa y, por lo tanto, de generar ingresos que compensen los gastos de los más veteranos.

En cuanto a las propuestas que se deben llevar a cabo para evitar un posible colapso demográfico en España, el 70 % de los expertos y empresarios considera que se deben poner en marcha un mix de medidas políticas que fomenten la inmigración ordenada -61,6 %-, la natalidad -54 %- y la actividad laboral de los mayores -39 %-. De hecho, el 44 % cree que las migraciones deberían ser la vía de ajuste natural de los diferenciales demográficos en las diferentes regiones y países del mundo.

Por otro lado, el Consenso Económico incluye además las perspectivas de los expertos, empresarios y directivos sobre la evolución de la actividad en España. Se espera que en los próximos trimestres continúe la suave desaceleración de la economía española iniciada hace unos meses y apuntan a un crecimiento del PIB del 2,2 % en 2019 y del 1,9 % para 2020.

Una actividad que irá acompañada de unos precios que, según el 63 % de los encuestados, se situarán entre el 1 % y el 1,5 % a finales de este año y de unos tipos de interés que, en esa misma fecha, seguirán anclados en el 0 % para casi la mitad de los panelistas.

En relación a la evolución del consumo de las familias y de la demanda de vivienda, son pocos los que consideran que ambos factores vayan a aumentar en los próximos seis meses, sin embargo, un 60 % espera que se sigan comportando igual.

Algo similar sucede con las expectativas de los expertos sobre la evolución de la inversión productiva, las exportaciones y la creación de empleo. Solo un 17,5 % espera que tanto la inversión productiva como las exportaciones aumenten en los próximos seis meses y una mayoría espera que permanezcan estables. En cuanto al ritmo de creación de empleo, casi la mitad de los encuestados -48 %- asegura que disminuirá.

Por último, en el plano internacional, las expectativas siguen marcadas por la incertidumbre y la debilidad del crecimiento. Disminuyen del 55,7 % al 50 % los que califican la situación actual de la economía mundial como buena y aumentan prácticamente en la misma proporción lo que la consideran regular. Este desplazamiento hacia posiciones menos optimistas son más pronunciadas cuando se les pregunta a los expertos sobre la Unión Europea.

Y es que, las dos principales cuestiones que están condicionando las perspectivas a corto plazo de la coyuntura económica mundial tiene que ver con los riesgos derivados de las tensiones proteccionistas y los riesgos asociados al Brexit y a la integración europea.

¿Oportunidad perdida?, ¿futuro incierto? La negativa del Gobierno a adoptar una reforma, como hemos visto anteriormente, planteada por la AIREF que 1) garantice en el corto plazo la reducción del déficit de la Seguridad Social, sin aumentar el déficit del conjunto de las AAPP y sin incrementar los costes laborales, 2) establezca un sistema de financiación que asegure la sostenibilidad de las pensiones a largo plazo, y 3) lo haga sin que recaiga sobre los pensionistas, en forma de recortes de sus pensiones, esa sostenibilidad, sustituyendo la reforma de 2013 por otro modelo más acorde con las pensiones públicas y, sobre todo, con la perspectiva demográfica a largo plazo que se plantea para España.

¿Qué nos deparará el nuevo Gobierno estrenado recientemente? A priori una política en la misma línea que lo visto hasta ahora pero, ¿quién lo sabe?, aunque muy probablemente no será un escenario mejor que el actual para el consenso y para abordar la imprescindible y urgente reforma de la financiación de la Seguridad Social y la garantía de las pensiones. Existe un riesgo elevado de que, efectivamente, tengamos que arrepentirnos por la oportunidad perdida.



## Referencias bibliográficas

- [1] Almansa Pastor, J. M.: **“Derecho de la Seguridad Social”**, Ed. Tecnos, 1991.
- [2] Elu Terán, A.: **“Las Primeras Pensiones Públicas de Vejez en España. Un Estudio del Retiro Obrero, 1909-1936”**, *Revista de Historia Industrial*, nº 32, Año XV, págs. 35, (2006).
- [3] Maluquer, J.: **“Curso Inicial del Seguro Obrero (Los Orígenes del Estado del Bienestar en España)”**, *Biblioteca de Economía Española*. Ediciones Orbis, Barcelona, págs. 26 y ss. (1986).
- [4] Pons Pons, J. y Silvestre Rodríguez, J.: **“Los Orígenes del Estado de Bienestar en España, 1900-1945: Los Seguros de Accidente, Vejez, Desempleo y Enfermedad”**, Universidad de Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza, (2010).
- [5] Quintero Lima, M<sup>a</sup> G.: **“La Seguridad Social en España. Evolución Histórica”**, Universidad Carlos III, nº de págs: 20, (2008). En: <http://ocw.uc3m.es/derecho-social-e-internacional-privado/derecho-de-la-seguridad-social/lecturas/evolucionhistorica.pdf>.
- [6] Velarde Fuentes, J.: **“El Tercer Viraje de la Seguridad Social”**, *Instituto de Estudios Económicos*, Madrid, nº de págs: 420, (1990).
- [7] García Padilla, M.: **“Historia de la Acción Social y Asistencia, 1939-1975”**, 1<sup>era</sup> edición. Ministerio de Asuntos Sociales, (1990).
- [8] Campos Egozcue, B.: **“La Construcción de una Política Social de Vejez en España: Del Franquismo a la Normalización Democrática”**, *Revista de Investigaciones Sociológicas*, nº 73, págs.: 24, (239-263), (2014).
- [9] Banco de España **“La Reforma del Sistema de Pensiones”**, *Dirección General del Servicio de Estudios del Banco de España*, (2009). En: [https://www.bde.es/f/webbde/GAP/prensa/ficheros/es/mfo150409\\_notaservicioestudios.pdf](https://www.bde.es/f/webbde/GAP/prensa/ficheros/es/mfo150409_notaservicioestudios.pdf)
- [10] Rosado Cebrián, B. y Alonso Fernández, J. J.: **“Reformas de las Pensiones Públicas y Privadas en España: Persiguiendo la Solvencia y la Suficiencia”**, *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 33-3, (2015).
- [11] Conde Ruiz, José I. y González, Clara I.: **“Envejecimiento: Pesimistas, Optimistas, Realistas”**, FEDEA - Colección de Estudios Económicos, 10, (2010).
- [12] Conde Ruiz, José I. y Gonzalez, Clara I.: **“Reforma de Pensiones 2011 en España: una Primera Valoración”**, *Economic Reports 01-2012*, FEDEA, (2012).
- [13] – **“Real Decreto-Ley 5/2013, de 15 de marzo, de medidas para favorecer la continuidad de la vida laboral de los trabajadores de mayor edad y promover el envejecimiento activo”**, *Boletín Oficial del Estado* nº 2874, (2013).
- [14] Ramos, R.: **“El Nuevo Factor de Revalorización y de Sostenibilidad del Sistema de Pensiones Español”**, *Boletín Económico del Banco de España*, págs.: 77-85 (Julio-Agosto, 2014).
- [15] Devesa Carpio J. E. y Fabián, I.: **“Sostenibilidad, Suficiencia y Equidad: Más Allá del Factor de Sostenibilidad”**, en *Pensiones: Una Reforma Medular*. Círculo de Empresarios, págs, 125-139, Madrid, (2013).
- [16] Devesa Carpio, J. E. y otros: **“El Factor de Sostenibilidad: Diseños, Alternativas y Valoración Financiero-Actuarial de sus Efectos sobre los Parámetros del Sistema”**, *Economía Española y Protección Social*, vol. V,

págs.: 63-96, (2013).

[17] Redondo Rincón, M. G.: **“El Nuevo Índice de Revalorización de las Pensiones de la Seguridad Social y su Impacto en el Bienestar de los Pensionistas”**, Centro de Estudios Financieros, págs.: 25, (2013). En: <http://www.laboral-social.com/files-laboral/REVALORIZACIÓN%20DE%20PENSIONES%20PROTEGIDO.pdf>

[18] Moral-Arce, F. y Geli, I.: **“El Índice de Revalorización de las Pensiones (IRP): Propuestas de Solución al Problema de Circularidad”**, Documento de Trabajo de la AIREF, DT/2015/1, (2015).

[19] AIREF: **“Opinión sobre la Determinación del Índice de Revalorización de las Pensiones”**, Documento de Trabajo de la AIREF, (julio 2017).

[20] European Commission: **“The 2018 Ageing Report: Economic & Budgetary Projection for the 28-EU Member States (2016-2070)”**, Institutional Paper 079, Luxembourg: Publications Office of the European Union, (mayo 2018). doi:10.2765/615631

[21] Valero, D., Artís, M., Ayuso, M. y García, J.: **“Una Propuesta de Reforma del Sistema de Pensiones Español Basada en un Modelo de Contribución Definida Nocial”**, *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, Vol. 11, págs.: 91-113, (junio, 2011).

[22] Cabo, F., García González, A., Gómez García, J. M. y Peláez Feroso, F. J.: **“La Integración de Planes de Pensiones de Empleo con la Seguridad Social en España: Efectos sobre las Tasas de Sustitución”**, *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 33-3, págs.: 839-858, (2015).

[23] Córdoba Bueno, M., Fernández-Avilés Calderón, G. y García Centeno, M<sup>a</sup> C.: **“¿Se Está Adentrando el Sistema Español de Pensiones en Zona Sísmica?”**, *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 33-3, págs.: 735-758, (2015).

[24] Conde-Ruiz, J. I. y Alonso, J.: **“El Sistema de Pensiones en España Ante el Reto del Envejecimiento”**, *Presupuesto y Gasto Público*, n<sup>o</sup> 44. Instituto de Estudios Fiscales. Ministerio de Economía y Hacienda, (2006).

[25] Modigliani, F., Ceprini, M. y Muralidhar, A.: **“A Solution To The Social Security Reform”**, *Sloan Working Paper*, 4th Revision, (2000).

[26] Fernández, P. y Fernández Acín I.: **“Rentabilidad de los Fondos de Pensiones en España. 2002-2017”** (Enero, 2018). Disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3114149> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3114149>.

[27] Doménech, R.: **“Pensiones, Bienestar y Crecimiento Económico”**, en *Pensiones: Una Reforma Medular*. Círculo de Empresarios, págs, 109-123, Madrid, (2013).

[28] Conde-Ruiz, J. I.: **“Medidas para Restaurar (o No) la Sostenibilidad Financiera de las Pensiones”**, *Policy Papers 2017-04*, FEDEA, (2017).



## **Parte II**

# **Aspectos Prácticos Sobre Planificación Financiera**



## Capítulo 6

# Aspectos Prácticos Para La Planificación De La Jubilación

*“La jubilación es para aquellos que se han pasado toda la vida odiando lo que hacían.”*  
Woody Allen

### 6.1. Introducción

Como ya se ha visto anteriormente, a día de hoy, la gran mayoría de los hogares españoles es consciente de que las pensiones públicas, difícilmente, puedan mantener en el futuro el nivel de prestaciones actual, siendo imprescindible ahorrar para la jubilación. Sin embargo, el estallido de la crisis imposibilitó que las familias con menores recursos pudieran ahorrar en planes de pensiones privados para complementar la pensión pública en el futuro. Solo los hogares con mayor renta y riqueza pudieron guardar una parte de sus recursos para destinarlos a este producto.

La Encuesta Financiera de las Familias (EFF) (Banco de España, 2014 [1]), que elabora cada tres años el Banco de España, muestra que entre 2011 y 2014 (para el 2017 no ha sido posible recabar los datos) los hogares aumentaron su inversión en planes de pensiones, en una actitud de previsión ante un futuro incierto. Sin embargo, también muestra que este aumento se produjo únicamente por el mayor ahorro de los hogares más ricos del país, ya que entre las clases medias y bajas se produjo un descenso generalizado. Del 20 % de los hogares con menor renta, solo el 5 % poseían planes de pensiones en 2014, 1,3 puntos menos que en 2011. Por el contrario, del 10 % de los hogares con más ingresos, hasta el 60,5 % tienen algún plan de pensiones, casi cinco puntos más que en 2011 (fig. 6.1).

Parece obvio, pues, que en los próximos años, no todo el mundo se podrá permitir el lujo “relativo” de tener una pensión vitalicia cortesía del Estado debido a un esquema de contribuciones definidas a lo largo de la vida laboral.

No obstante, uno de los principales problemas de la población de nuestro país es la escasa “cultura financiera”. Según datos extraídos del *Global Financial Literacy Survey* –elaborado por *Standard&Poor’s*, el *Banco Mundial*, la consultora *Gallup* y la *Universidad George Washington* (Washington D.C.)– un 51 % de los españoles no tiene conocimientos básicos en finanzas ni sabe distinguir entre IPC y PIB. Un 50,6 % no sabe qué es ni qué significa cada concepto. Otro 55,2 % los confunde, por lo que algunos expertos reivindican que la educación escolar incluya formación en finanzas (Klapper y otros, 2015, [2]).

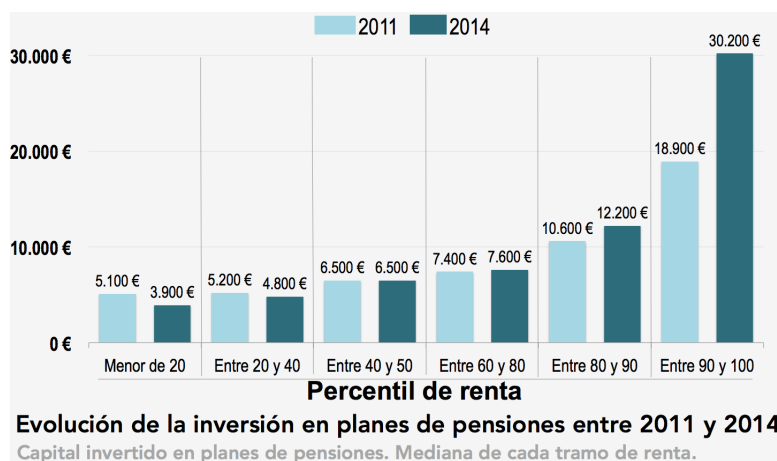


FIGURA 6.1: Inversión en planes de pensiones

Fuente: Encuesta Financiera de las Familias 2014 – Banco de España

Ni que decir tiene, según esto, que esta ignorancia es más amplia a la hora de planificar la jubilación ya que un porcentaje elevado de la población sólo se preocupa por lo que debe pagar hoy, sin tener en cuenta que la situación financiera dentro de diez años puede ser muy diferente. De hecho, “un 69 % de los españoles afirma que habría tomado decisiones más responsables si hubiera recibido más formación sobre finanzas en la etapa escolar”<sup>1</sup>.

El peligro potencial de tal ignorancia se ve agravado por la incapacidad no sólo de prever las necesidades financieras posteriores a la jubilación, sino también de construir un plan viable de ahorro para la misma, por lo tanto, comprender la dinámica matemática de la planificación de la jubilación es crítico no sólo para el jubilado, sino también para los gerentes encargados de comunicar cómo funcionará un fondo de jubilación en la práctica.

La (fig. 6.2) presenta un ciclo vital ordinario en el que se distinguen varios hitos vitales significativos en el plano económico a lo largo de los cuales, la posición financiera neta del individuo o el hogar se ve afectada por los procesos de generación de rentas, acumulación de patrimonio, mediante el ahorro en cada año o su liquidación progresiva para complementar las pensiones públicas.

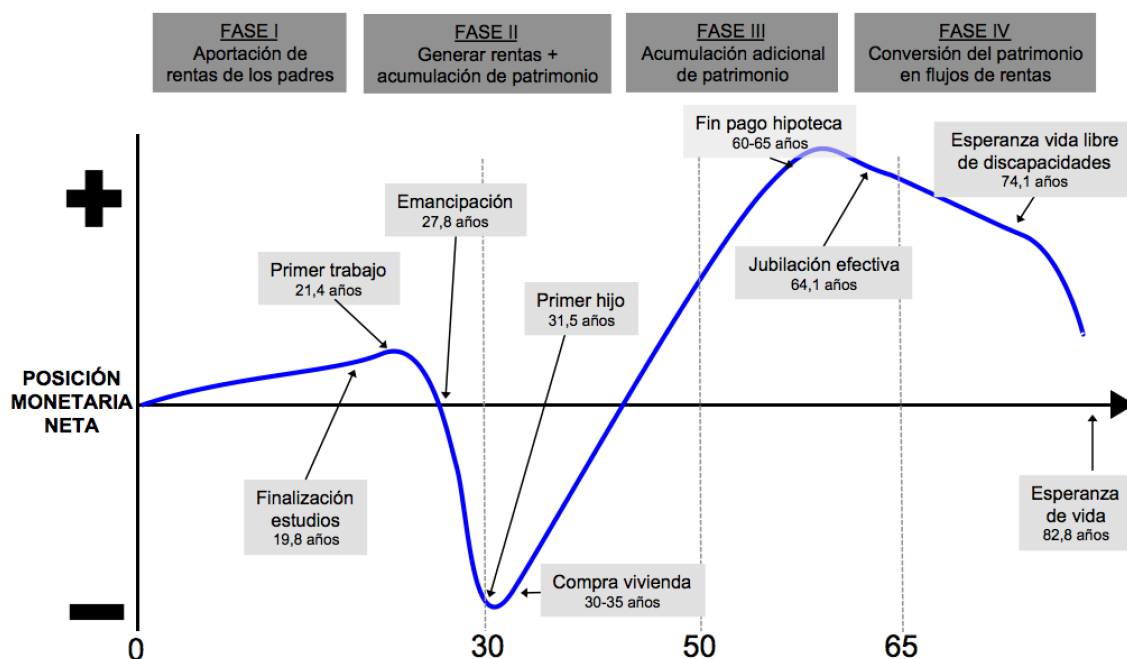


FIGURA 6.2: Esquema de ciclo financiero.

Fuente: Afi, Instituto Aviva

Independientemente de que cada fase pueda empezar o terminar más tarde, dependiendo de cada individuo y de sus circunstancias personales (por ejemplo, es bien sabido que en España, los jóvenes tardan más en incorporarse al mercado laboral, se marchan cada vez más tarde de casa de sus progenitores, el ahorro da comienzo más tarde, etc...), es importante resaltar que para lograr este escenario ideal, la *planificación financiera* es una herramienta fundamental, lo cual, aparte de requerir un “cierto conocimiento técnico”, que no es lo más determinante, sí que lo es esa “*cultura financiera*” que se mencionaba antes cuyo fin es la toma de consciencia sobre la necesidad de una adecuada y temprana planificación financiera.

## 6.2. Principios básicos de la planificación financiera para la jubilación.

La planificación financiera para la jubilación deber ser un análisis dinámico que se realice con una frecuencia periódica, dado que las condiciones económicas, familiares y personales van cambiando, y por tanto, los objetivos pueden cambiar o la capacidad de ahorro y los gastos se pueden ver modificadas sustancialmente.

<sup>1</sup><http://www.lavanguardia.com/economia/20161209/412500545450/espanoles-finanza-economia-conocimiento-educacion.html>



En la (fig. 6.3) se puede observar el perfil de ingresos y gastos de los jubilados en España y en la (fig. 6.4), cómo se distribuye el gasto mensual medio de un jubilado.

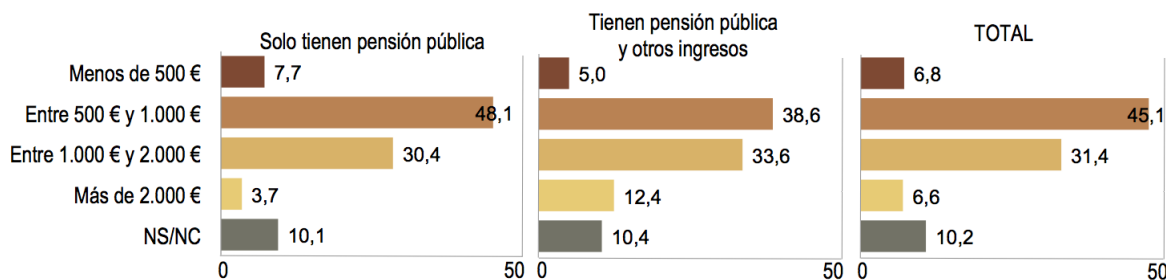


FIGURA 6.3: Perfil de ingresos y gastos de los jubilados en España (en %)

(Fuente: [http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009\\_299406.html](http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009_299406.html))

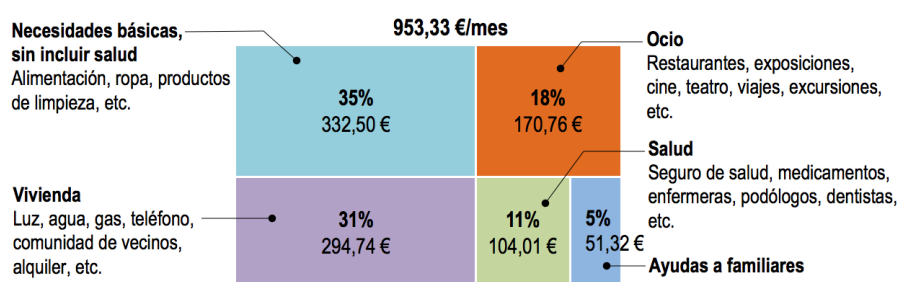


FIGURA 6.4: Distribución del gasto mensual medio de un jubilado

(Fuente: [http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009\\_299406.html](http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009_299406.html))

Por lo tanto, la planificación financiera debe realizarse de forma individualizada en función de las particularidades de cada persona, teniendo en cuenta diferentes aspectos básicos (Romero Paniagua, Ameijeiras Abeigón y Azpeitia Rodríguez, 2013, [3]):

- Horizonte temporal hasta la jubilación y más allá.
- El nivel de ingresos (salario y otros) y de gastos (hipoteca, etc.), que determinarán la capacidad de ahorro para la jubilación o para otros objetivos.
- El nivel de vida deseado a partir de la jubilación, que determinará el nivel de ahorro que es necesario acumular hasta dicha fecha, sin olvidar otros gastos relevantes (más o menos inciertos) en esa fase del ciclo vital (dependencia, etc...).

Igualmente, dado que en el mercado existen muchas alternativas de inversión, a medida que se genera el ahorro deben considerarse otros aspectos, como puede ser el perfil de riesgo, la liquidez, el binomio rentabilidad-riesgo y la fiscalidad de los diferentes productos financieros. En los siguientes puntos, veremos detenidamente el papel que juegan estos aspectos en el proceso de planificación financiera.

### 6.2.1. El perfil de riesgo: ¿cuándo, cómo y cuánto hay que ahorrar para la jubilación?

Como hemos visto anteriormente, cada vez se viven más años<sup>2</sup>, lo que conlleva más tiempo como jubilado, de este modo, si se quiere complementar la pensión pública de jubilación para disfrutar de un nivel de vida confortable y hacer frente a posibles contingencias futuras es necesario ahorrar más para ese momento. El comienzo del ahorro a edades tempranas conllevará un esfuerzo menor que si se retrasa, lo que conllevará a acumular un

<sup>2</sup>De acuerdo con un estudio del *Imperial College de Londres (ICL)* en colaboración con la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, en el año 2030, las mujeres de Corea del Sur serán las primeras en romper la barrera de los 90 años de esperanza de vida, concretamente, 90.8 años. El estudio, basó su análisis en datos a largo plazo sobre tendencias de mortalidad y longevidad para predecir cómo cambiará la esperanza de vida en el 2030 en 35 países industrializados. Para el caso de los hombres, los tres países con una esperanza de vida más amplia serían: Corea del Sur (84.1), Australia (84) y Suiza (84) y para las mujeres, Corea del Sur (90.8), Francia (88.6) y Japón (88.4). Fuente: <http://www.theactuary.com/news/2017/02/life-expectancy-to-exceed-90-for-the-first-time-by-2030/>

ahorro mayor durante un período de tiempo más amplio permitiendo obtener una mayor rentabilidad y disponiendo así de un abanico más amplio de combinaciones rentabilidad-riesgo. Este binomio no es un asunto trivial, ya que el ser humano, desde un punto de vista de lógica-inversora asume o está dispuesto a asumir un mayor riesgo durante la juventud y menor en edades más avanzadas. Sin embargo, predecir la planificación financiera y opciones de inversión para evitar pérdidas, en lugar de tomar el tipo correcto de riesgos para lograr ganancias, puede entorpecer el plan financiero de manera sorprendente.

Por ejemplo, el temor a la pérdida puede traducirse en una estrategia de inversión excesivamente conservadora, o incluso en una reticencia a anticipar la pérdida del salario mediante la adopción de un plan prudente de gastos de jubilación. Esta aversión a la pérdida puede ser particularmente fuerte a medida que se aproxima a la jubilación.

Mientras que la persona promedio es dos veces más reacia a las pérdidas en comparación con cuánto valoran las ganancias, los jubilados son cinco veces más sensibles a la pérdida, según un estudio realizado por la *Asociación Americana de Personas Jubiladas, AARP*<sup>3</sup> y el *Consejo Americano de Aseguradores de Vida*. Esto tiene sentido, dado que cuanto más cerca esté de retirarse, más difícil puede ser evitar una pérdida de mercado porque tiene menos tiempo para recuperarse.

Sin embargo, concentrar esfuerzos en evitar la pérdida, aunque natural, a veces puede conducir a opciones de inversión pobres, por ejemplo, se pueden colocar activos en valores ultra conservadores para tratar de protegerlos de la volatilidad del mercado, se puede entrar en pánico cada vez que una inversión cae, y vender a pérdida.

Según Victor Ricciardi<sup>4</sup>, *“no todo el mundo afronta las pérdidas de la misma forma, por supuesto. Rasgos de la personalidad como el optimismo y la confianza pueden anular la respuesta hacia la aversión, al igual que la preocupación o el pesimismo puede acentuarla”*. Además, la experiencia juega un papel importante: los inversores que han vivido a través de varios mercados bajistas y turbulencias financieras pueden también tener una respuesta negativa más pronunciada a la pérdida.

Afortunadamente, aunque no hay nada malo en tomar decisiones conservadoras, hay maneras de superar la aversión a las pérdidas de modo que no saboteemos nuestra seguridad financiera a largo plazo. La división de los activos en cubos separados, cada uno con diferentes objetivos y perfiles de riesgo, puede ayudar a manejar el riesgo real sin sucumbir a un miedo irracional a la pérdida.

En este sentido, Robert Williams, director general de planificación de ingresos en el *Schwab Center for Financial Research*<sup>5</sup>, sugiere la siguiente estrategia para cualquier persona que vive fuera de su cartera: *“mantener suficiente dinero en efectivo para cubrir un año de gastos en una cuenta corriente; invertir de dos a cuatro años de gastos en bonos de corto plazo o equivalentes de efectivo e invertir el resto de sus activos en función de su longevidad esperada, la tolerancia al riesgo y otros objetivos”*.

De esta forma, afirma Robert Williams que *“si se sabe que uno tiene cuatro años de activos estables para cubrir sus gastos de vida, se puede estar más cómodo invirtiendo otros activos en valores que aunque tengan un mayor riesgo, también tienen el potencial de proporcionar el crecimiento que se necesita durante la jubilación; si alguien se asegura de que su cartera se invierte en una amplia gama de retornos, le hará más inmune a la pérdida de aversión, comportamiento que se centra en invertir sólo para la seguridad y la preservación de la riqueza”*.

Otro consejo que se proporciona muy a menudo es el de crear un plan y atenerse a él, lo cual puede evitar reacciones en pánico a crisis temporales del mercado a crisis en el extranjero o preocuparse en exceso por cosas que no se pueden controlar, como las tasas de interés y la inflación.

<sup>3</sup>American Association for Retired Persons

<sup>4</sup>Co-editor de *“Investor Behavior: the Psychology of Financial Planning and Investing.”*

<sup>5</sup>The Charles Schwab Corporation proporciona una amplia gama de servicios de corretaje, bancarios y de asesoría financiera así como servicios y productos de inversión. Más información en [www.schwab.com](http://www.schwab.com)

En cualquier caso, se trata de un proceso dinámico en el que deben ser consideradas numerosas variables tanto económicas como sociales, por lo cual **siempre es aconsejable acudir a un asesoramiento profesional** que pueda proporcionar una perspectiva y una estimación sobre las necesidades de ahorro para mantener un determinado nivel de vida una vez jubilados.

Junto a esto, una revisión trimestral del plan es suficiente. **Cuanto más a menudo se revise la cartera, (aunque evitando ser obsesivos) mayor será la probabilidad de que se vea una pérdida durante las fluctuaciones normales del mercado.** Mediante una adecuada y periódica evaluación y reequilibrio trimestral, es suficiente para mantener la asignación de activos incluso en mercados volátiles.

En definitiva, con un sólido plan financiero y una asignación de activos que equilibre la estabilidad y el crecimiento, se puede pasar la jubilación haciendo cosas más importantes que preocuparse de si la inflación se disparará o los mercados caerán.

En la (fig. 6.5) se puede observar el porcentaje de ingresos se debe ahorrar desde el principio de la vida laboral para tener una pensión del 60 % del sueldo durante 25 años:

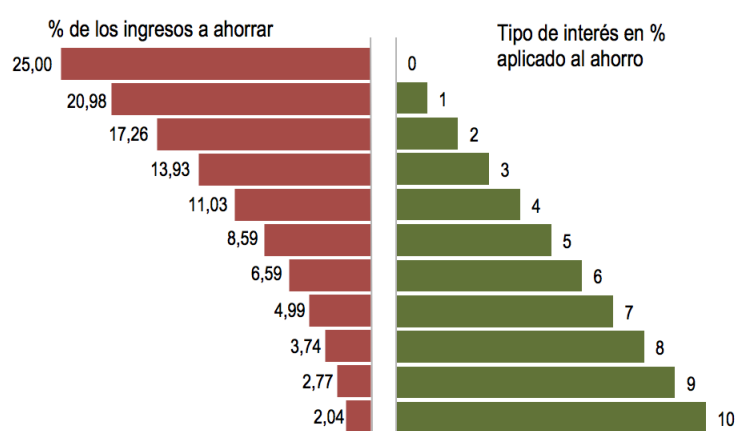


FIGURA 6.5: Ahorro óptimo en función del interés que se le aplique

Fuente: [http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009\\_299406.html](http://cincodias.com/cincodias/2016/10/19/economia/1476890009_299406.html)

### 6.2.2. La liquidez y el binomio rentabilidad-riesgo: productos para complementar la pensión de jubilación.

En general, no se puede hablar de inversiones mejores ni peores para la jubilación, sino de productos que se ajustan mejor o peor a los objetivos y perfiles de riesgo de la persona que los contrata. Por tanto, el producto adecuado para cada persona dependerá de sus características y necesidades individuales. El análisis de una serie de variables permite seleccionar el producto más adecuado para una determinada persona.

En concreto, esas variables son:

- **Perfil de riesgo.** Ya hemos hablado anteriormente de esta variable. El perfil de riesgo refleja la capacidad y actitud de tolerar las pérdidas que puedan ocurrir en las inversiones. Por lo tanto, el producto financiero donde se inviertan los ahorros para la jubilación debe asumir unos riesgos acordes con el perfil de la persona que lo contrata. Como la percepción del riesgo va cambiando a lo largo de la vida, el perfil de riesgo de la persona también lo hará. De hecho, a medida que se acerque el momento de la jubilación, conviene proteger el ahorro acumulado, eligiendo productos más conservadores o con menos riesgo, con el objeto de reducir la probabilidad de incurrir en pérdidas justo antes de la edad de jubilación, cuando no se dispone de capacidad para recuperar el patrimonio perdido, viéndose uno obligado a un inaceptable retraso en la jubilación de varios años más allá de la edad legal, o a la asunción de una jubilación con un nivel de vida inferior a los últimos años de la etapa laboral.
- **Binomio rentabilidad-riesgo.** La rentabilidad de las inversiones va muy ligada al concepto de riesgo, y viceversa. Normalmente, cuanto más riesgo se esté dispuesto a asumir, más rentabilidad se puede obtener; pero de igual forma, mayores son las pérdidas que se pueden registrar.

- **Liquidez.** Dado que algunos de los productos de ahorro destinados a la jubilación no son líquidos, si se invierte en ellos, no se podrá rescatar el ahorro acumulado hasta que se produzca alguna de las contingencias cubiertas por éstos. Por lo tanto, es importante tener en cuenta las posibles necesidades de liquidez en el corto plazo asegurándose una cierta capacidad de elección entre diferentes vehículos llegado el caso.
- **Comisiones y gastos.** A la hora de contratar un producto financiero para la jubilación, dado que la inversión suele ser a muy a largo plazo, las comisiones y gastos asociados a los productos elegidos adquieren mayor importancia. Si estas comisiones y gastos son muy elevados, podrían reducir sensiblemente la rentabilidad efectiva de los productos contratados.
- **Fiscalidad.** Dado que los rendimientos generados por los productos financieros en los que se inviertan los ahorros están sujetos a tributación, la rentabilidad neta también dependerá de la fiscalidad, por lo tanto, será necesario incluir este criterio durante el proceso de selección del producto de inversión.

Debido a la gran variedad de denominaciones de los productos financieros, conviene hacer una clasificación de los mismos y seleccionar aquéllos que pueden ser considerados más aptos para poder utilizarse como operaciones de ahorro-jubilación. Según un informe de la *Fundación Edad & Vida*<sup>6</sup>, se pueden clasificar en cuatro grupos de acuerdo con la tabla siguiente:

TIPO	PRODUCTOS
1) DEPÓSITOS BANCARIOS	Cuentas a la vista y de ahorro. Cuentas a plazo. Cuentas en divisas.
2) VALORES NEGOCIABLES	<b>Renta Fija:</b> Deuda Pública. Renta Fija Privada. Participaciones preferentes.
	<b>Renta Variable:</b> Acciones cotizadas o no. Derechos de suscripción y asignación gratuita de acciones. Fondos de Inversión. Acciones de SICAV. Participaciones o acciones en IIC extranjeras.
3) PRODUCTOS DE SEGUROS	Planes de Pensiones (PP). Planes de Previsión Asegurados (PPA). Planes de Previsión Social Empresarial (PPrSE). Planes Individuales de Ahorro Sistemático (PIAS). Seguros de Ahorro y Capitalización: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital diferido.</li> <li>• Renta inmediata.</li> <li>• Renta diferida.</li> <li>• Unit Linked.</li> </ul> Pudiendo instrumentarse a través de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutualidades de Previsión Social (alternativo a PP).</li> <li>• Seguros Colectivos (SC).</li> <li>• Seguros Individuales (SI).</li> </ul>
4) PRODUCTOS DE TRANSFORMACIÓN DE ACTIVOS INMOBILIARIOS	<b>Hipoteca inversa.</b> Vivienda pensión. Hipoteca pensión. Cesión por alquiler.

CUADRO 6.1: Principales productos aptos para ser utilizados como de ahorro-pensión.

Fuente: Fundación Edad & Vida, a partir de CNMV (2015)

<sup>6</sup> “¿Necesitan los futuros jubilados complementar su pensión? Análisis de las reformas necesarias y sus efectos sobre la decisión de los ciudadanos” (2011).

En la (fig. 6.6) y siempre según la encuesta incluida en el informe de la *Fundación Edad & Vida* mencionado anteriormente, se muestran los instrumentos de ahorro más y menos preferidos que se ajustarían a la situación personal del entrevistado a la hora de tener que complementar la futura pensión de jubilación, donde se observa que el instrumento de ahorro preferido mayoritariamente según los encuestados son los planes de pensiones y planes de previsión, con un 51 %, mientras que el vehículo de ahorro menos preferido es la hipoteca inversa, con un 36 % de detractores entre los encuestados.

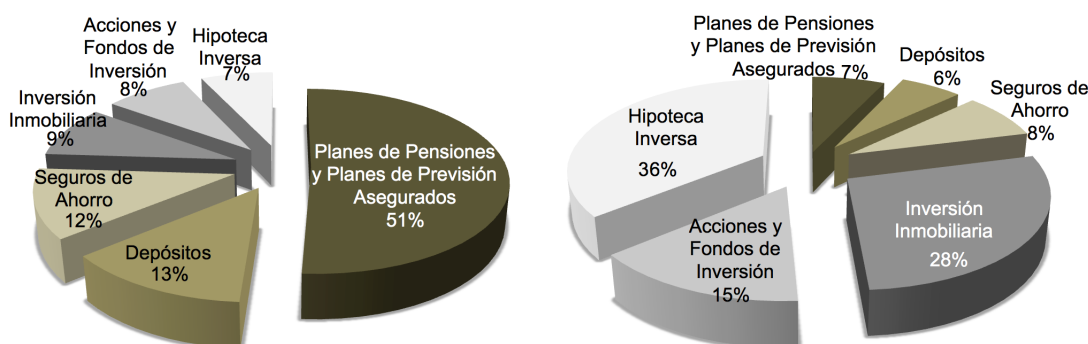


FIGURA 6.6: Instrumento de ahorro más y menos preferido.  
A la derecha instrumento de ahorro más preferido; a la izquierda, el menos preferido.

Fuente: Fundación Edad & Vida, a partir de CNMV (2015)

Aunque no se va entrar en detalle sobre los diferentes aspectos de cada uno de los productos, sí es conveniente, al menos, analizar y describir tanto las principales características como las ventajas e inconvenientes que pueden presentar.

#### 6.2.2.1. Depósitos bancarios

Según la encuesta señalada anteriormente, este producto figura en segundo lugar como instrumento preferido para complementar la pensión de jubilación, con un 13 %; suelen ser las operaciones más simples, donde, predeterminado un plazo y el tipo de interés de valoración, se invierte una cuantía única y se recibe un único importe al final de dicho plazo.

#### 6.2.2.2. Valores negociables

**6.2.2.2.1. Renta Fija.** Los activos de renta fija se corresponden con un amplio conjunto de valores negociables que emiten las empresas y las instituciones públicas, y que representan préstamos que estas entidades reciben de los inversores. Estos activos confieren derechos económicos, entre los que cabe destacar el derecho a percibir los intereses pactados y a la devolución de la totalidad o parte del capital invertido en una fecha dada, dependiendo de si es renta fija simple o no. Se pueden dividir en tres grandes grupos:

1. *Deuda Pública.* Son los valores emitidos por el Estado, las Comunidades Autónomas y otros organismos públicos. A su vez se pueden dividir en:
  - Letras del Tesoro.
  - Bonos y Obligaciones del Estado.
  - Deuda Autonómica y de otros Organismos Públicos.
2. *Renta Fija Privada.* Son valores de renta fija que están emitidos por empresas del sector privado y se pueden clasificar en:
  - Pagarés de Empresa.
  - Bonos y Obligaciones Simples.
  - Obligaciones subordinadas.
  - Obligaciones convertibles y/o canjeables.
  - Cédulas hipotecarias. Cédulas territoriales.

- Titulizaciones hipotecarias o de activos.

3. *Participaciones Preferentes*. Son valores que deben ser emitidos por una entidad residente en España o en un territorio de la Unión Europea que no tenga la condición de paraíso fiscal. Las participaciones preferentes presentan similitudes y diferencias tanto con la renta fija como con la renta variable. Por su estructura, son similares a la deuda subordinada, ya que otorgan a sus titulares unos derechos diferentes a los de las acciones ordinarias (carecen de derechos políticos, salvo supuestos excepcionales, y del derecho de suscripción preferente) pero a efectos contables se consideran valores representativos del capital social del emisor.

#### El fraude de las preferentes

En este punto y dado que hemos tratado este producto financiero, creemos importante explicar el fraude bancario en la emisión y venta de acciones preferentes por bancos y Cajas de Ahorros en España y que tuvo su punto álgido en el periodo 2009 a 2011 (época que comprende la burbuja inmobiliaria y la crisis económica española de 2008-2014). Cuando la burbuja comenzó desinflarse (2008-2009), las entidades financieras, que tenían dificultades ante la devaluación de sus activos y las crecientes exigencias de solvencia, decidieron emitir participaciones preferentes para tapar agujeros. Es decir, antes del rescate bancario que financió el Estado y disparó el déficit público, se produjo otro rescate de las entidades insolventes por sus propios clientes. La banca vendió un producto de elevado riesgo por su texto y contexto a pequeños ahorradores (trabajadores, parados, pensionistas, etc.), que en su inmensa mayoría tenían perfil financiero conservador (todo lo más habían contratado previamente imposiciones a plazo fijo).

Las participaciones preferentes se caracterizan principalmente por su carácter perpetuo, es decir, a diferencia de otros instrumentos financieros, carecen de fecha de vencimiento: en ningún momento el cliente tiene derecho a que se le reembolse el dinero invertido.

Normalmente las preferentes tienen una remuneración (tipo de interés o cupón) ciertamente elevada. La alta rentabilidad de las preferentes es la contraprestación al enorme riesgo del producto, pues siendo su carácter perpetuo, el interés sólo se cobra en caso de que las entidades tengan beneficios. Por su elevado riesgo, el producto ontológicamente está destinado a inversores instituciones o especuladores. Sin embargo, ante las reticencias de los inversores profesionales, especialmente a raíz de la crisis financiera, las entidades decidieron utilizar su red comercial para colocar el producto masivamente a quienes podían engañar con mayor facilidad: sus clientes, pequeños ahorradores sin excesivos conocimientos en el campo financiero y que basaban su relación con el banco en la confianza.

La elevada remuneración y el adjetivo “preferente” servía para que los empleados de la banca, sometidos a todo tipo de presiones y sin la información necesaria sobre el producto, vendieran de forma camuflada un producto de alto riesgo como un depósito ventajoso, un depósito preferente (sintagma que incluso en ocasiones se plasmó en la deficiente documentación contractual), un depósito con mejor remuneración que sólo se ofrecía a clientes fieles, “preferentes”. La banca cometió todo tipo de tropelías, incumpliendo, como resulta obvio, la legislación en materia de contratación y protección al consumidor. Todo valía para cumplir los objetivos de colocación.

Otra de las características más importantes de las participaciones preferentes es su falta de liquidez, es decir, la dificultad para deshacerse de la inversión. El banco no tenía obligación de recomprar las participaciones preferentes a sus clientes, pero éstos sí podían venderlos a otros compradores. Esta posibilidad de venta se presentaba a los clientes como una facultad absoluta que el banco no tendría más opción que aceptar. Nada más lejos de la realidad. Lo cierto es que en un principio, cuando el contexto era de bonanza económica, los escasos clientes que querían rescatar su dinero del banco lo conseguían, ya que el banco cruzaba la orden de venta con una orden de compra de otro cliente. Un sistema de casas piramidal que por su propia naturaleza tenía fecha de caducidad, hasta que finalmente (año 2011) las pérdidas se hicieron públicas y las víctimas constataron el bloqueo de sus ahorros (corralito fáctico). Los datos aún varían según la fuente, pero podrían haberse vendido cerca de 30.000 millones de euros en preferentes a decenas de miles de personas.

En palabras de la CNMV: “*Las participaciones preferentes (PPR) son valores emitidos por una sociedad que no confieren participación en su capital ni derecho de voto. Tienen carácter perpetuo y su rentabilidad, generalmente variable, no está garantizada. Se trata de un instrumento complejo y de riesgo elevado que puede generar rentabilidad, pero también pérdidas en el capital invertido*”.

*Fuente: <http://www.sinpermiso.info/textos/participaciones-preferentes-naturaleza-y-causas-de-un-fraude-sistematico>*

**6.2.2.2.2. Renta Variable.** Con esta denominación se hace referencia, generalmente, a las acciones; es decir aquellos activos que reconocen a su titular como propietario de la sociedad emisora, y por tanto, partícipe en los resultados de la empresa y también se incluyen los fondos de inversión.

• *Acciones.*

Su integración en la base imponible del ahorro en la parte correspondiente al rendimiento del capital mobiliario hacen que tributen, desde un punto de vista fiscal, como el resto de las rentas del ahorro. No obstante, hay que diferenciar el origen de estas ganancias en dos casos, ya que dependiendo de uno u otro, el tratamiento fiscal será diferente:

1. En la transmisión de acciones, el cambio en la titularidad de las acciones origina una variación patrimonial que viene determinada por la diferencia entre el precio de venta y el de adquisición y que está sujeta, el *Impuesto de la Renta de las Personas Físicas*, al régimen de las ganancias o pérdidas patrimoniales.
2. Los dividendos, reciben la consideración de rendimientos del capital mobiliario y tributan como el resto de las rentas del ahorro.

• *Fondos de Inversión.*

Un fondo de inversión es un patrimonio constituido por las aportaciones de diversas personas, denominadas partícipes del fondo, administrado por una Sociedad gestora responsable de su gestión y administración, y por una Entidad Depositaria que custodia los títulos y efectivo y ejerce funciones de garantía y vigilancia ante las inversiones.

Al invertir en un fondo se obtiene un número de participaciones, las cuales diariamente tienen un precio o valor liquidativo, obtenido por la división entre el patrimonio valorado y el número de participaciones en circulación.

El rendimiento del fondo se hace efectivo en el momento de venta de las participaciones, la cual puede llevarse a cabo en el momento en que se desee.

Existen dos grandes tipos de Fondos de Inversión: inmobiliarios, que sólo pueden invertir en cualquier tipo de inmueble de naturaleza urbana para su arrendamiento y mobiliarios, que pueden invertir en determinados bienes muebles, siendo a su vez de varias categorías: *a)* de inversión en activos del mercado monetario, *b)* en renta fija, *c)* en renta variable, *d)* globales, *e)* garantizados.

**6.2.2.3. Productos de Seguros**

**6.2.2.3.1. Planes de Pensiones.** Según la *Ley de Regulación de los Planes y Fondos de Pensiones*, art. 1, los Planes de Pensiones “*son instituciones de previsión voluntaria y libre, sus prestaciones no serán, en ningún caso, sustitutivas de las preceptivas en el régimen correspondiente de la Seguridad Social, teniendo, en consecuencia, carácter privado y complementario de aquéllas*”.

Todo plan de pensiones define: **I)** el derecho de la persona a cuyo favor se constituyen a percibir rentas o capitales por jubilación, supervivencia, viudedad, orfandad o invalidez, **II)** las obligaciones de contribución a los mismos.



CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>A) SEGÚN EL SUJETO CONSTITUYENTE</b>	<p><b>Sistema de empleo:</b> el promotor es cualquier entidad, corporación, sociedad o empresa y cuyos partícipes son sus empleados.</p> <p><b>Sistema asociado:</b> el promotor es cualquier asociación o sindicato, mientras que los partícipes son los asociados, miembros o afiliados pertenecientes a las asociaciones o sindicatos promotores.</p> <p><b>Sistema individual:</b> El promotor es una o varias entidades de carácter financiero inscritas en alguno de los registros especiales del Ministerio de Economía, del Banco de España o de la Comisión Nacional del Mercado de Valores; mientras que los partícipes podrán ser cualesquiera personas físicas, excepto las personas vinculadas a la entidad y familiares hasta el tercer grado inclusive.</p>
<b>B) SEGÚN LAS OBLIGACIONES</b>	<p><b>Planes de aportación definida:</b> Aquéllos en los que se define la cuantía de las contribuciones (aportaciones) de los promotores y/o de los partícipes.</p> <p><b>Planes de prestación definida:</b> Aquéllos en los que se define la cuantía de las prestaciones a percibir por los beneficiarios. Las aportaciones irán cambiando para ajustarse a la prestación.</p> <p><b>Planes mixtos:</b> Tienen contingencias de aportación definida (normalmente jubilación) y de prestación definida (normalmente invalidez o fallecimiento).</p>
<b>C) POR LA VOCACIÓN DEL INVERSOR</b>	<p><b>Renta fija corto plazo:</b> incluye todos aquellos fondos que invierten el 100 % de su cartera en Renta Fija con una duración media de la misma inferior a dos años.</p> <p><b>Renta fija largo plazo:</b> incluye todos aquellos fondos que invierten el 100 % de su cartera en Renta Fija con una duración media de la misma superior a dos años.</p> <p><b>Renta fija mixta:</b> Son aquellos Fondos de Pensiones que invierten hasta un 30 % en Renta variable.</p> <p><b>Renta variable mixta:</b> Son aquellos Fondos cuya inversión en Renta Variable se sitúa entre un 30 y un 75 % del Patrimonio del Fondo.</p> <p><b>Renta variable:</b> Son aquellos Fondos que invierten más de un 75 % de su patrimonio en Renta Variable.</p> <p><b>Fondos Garantizados:</b> Son aquellos Fondos que invierten más de un 75 % de su patrimonio en Renta Variable.</p>

CUADRO 6.2: Tipos de planes de pensiones.

Fuente: Fundación Edad &amp; Vida, a partir de CNMV (2015)

**6.2.2.3.2. Planes de Previsión Asegurados.** Según el artículo 51.3 de la *Ley 35/2006, de 28 de noviembre, del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas*, los planes de previsión asegurados se definen como contratos de seguro que deben cumplir los siguientes requisitos:

- El contribuyente deberá ser el tomador, asegurado y beneficiario.
- Las contingencias cubiertas deberán ser, únicamente, las previstas en el artículo 8.6 del texto refundido de la Ley de Regulación de los Planes y Fondos de Pensiones, y deberán tener como cobertura principal la de jubilación.
- Sólo se permitirá la disposición anticipada, total o parcial, en estos contratos en los supuestos previstos en el artículo 8.8 del citado texto refundido (desempleo de larga duración y enfermedad grave).
- Este tipo de seguros **tendrá obligatoriamente que ofrecer una garantía de interés y utilizar técnicas actuariales**. Éste es el principal atractivo que tiene este instrumento frente a los planes de pensiones individuales, ya que éstos últimos no garantizan nunca un rendimiento (incluso ni en el caso de los llamados “planes garantizados”, pues la garantía no la ofrece un plan, sino un tercero ajeno al mismo).

- e) En el condicionado de la póliza se hará constar de forma expresa y destacada que se trata de un plan de previsión asegurado.
- f) Reglamentariamente se establecerán los requisitos y condiciones para la movilización de la provisión matemática a otro plan de previsión asegurado.

En los aspectos no específicamente regulados en los párrafos anteriores y sus normas de desarrollo, el régimen financiero y fiscal de las aportaciones, contingencias y prestaciones de estos contratos se regirá por la normativa reguladora de los planes de pensiones.

“Los planes de pensiones se dejan más de 500 millones en la primera parte de 2017” -26/07/2017-

[Tomado de [fundspeople.es](http://es.fundspeople.com)]

La primera mitad de 2017 no deja buen sabor de boca para la industria de los planes de pensiones. A cierre del primer semestre, estos vehículos acumulan 566 millones de euros de prestaciones netas, una cifra inferior a los 820 millones de salidas netas que alcanzaban el año pasado en el mismo periodo y los 640 millones de 2015.

Un año más se confirma la estacionalidad de los mismos, al centrarse las entradas netas en la segunda parte del año, concretamente en la recta final de año. La peor parte se la llevan los planes de empleo, que ven salir casi 350 millones netos. Por otro lado, los individuales pierden más de 180 millones y los asociados casi 20 millones en prestaciones netas.

Sin embargo, en el sistema individual, los planes de renta variable mixta y los puros de bolsa reciben aportaciones netas en los seis primeros meses de 2017. Casi 130 millones los primeros y cerca de 80 millones los segundos. Las prestaciones netas más altas las acumulan los planes de renta fija a corto plazo, con casi 280 millones de salidas netas, seguidos de los planes de renta fija mixta y renta variable mixta, con 66 y 46 millones de salidas netas, respectivamente.

A nivel patrimonial, la industria española de pensiones aumenta su volumen hasta los 108.000 millones de euros, un 1,33 % más que al cierre de 2016. Un 66 % de esta cifra corresponde a los planes individuales, cerca de 72.000 millones, el 33 % restante a planes de empleo, más de 35.000 millones, y apenas un 1 % a planes asociados, por encima de los 900 millones.

*Fuente: <http://es.fundspeople.com/news/los-planes-de-pensiones-se-dejan-mas-de-500-millones-en-la-primer-parte-de-2017>*

**6.2.2.3.3. Planes de Previsión Social Empresarial.** Este instrumento está regulado según el artículo 51.4 de la *Ley 35/2006, de 28 de noviembre, del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas*

**6.2.2.3.4. Planes Individuales de Ahorro Sistemático (PIAS).** Regulados mediante la *Disposición Adicional Tercera de la Ley 35/2006, de 28 de noviembre, del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas y sobre el Patrimonio*, los PIAS son considerados como contratos celebrados con entidades aseguradoras para constituir con los recursos aportados una renta vitalicia asegurada siempre que se cumplan una determinada serie de requisitos.

**6.2.2.3.5. Seguros de Ahorro y Capitalización.** Dos productos principales:

- *Capital diferido, renta inmediata y renta diferida:* tienen como finalidad generar un ahorro privado para complementar la prestación por jubilación obtenida del sistema público, complemento que se recibirá cuando el asegurado alcance una determinada edad, bien en forma de renta o de capital.

- *Unit Linked:* productos que permiten canalizar un ahorro futuro. Se trata de una inversión que tiene a la vez un seguro de vida y un fondo de ahorro. Concretamente es una inversión en una cesta de fondos, acciones o bonos y que se estructura en torno a un seguro de vida. De esta forma una parte de la inversión debe destinarse

al pago de la prima del seguro, pero la mayoría del capital se invierte en una cartera de productos y el riesgo lo asume el comprador.

#### 6.2.2.4. Productos de Transformación de Activos Inmobiliarios

Esta denominación hace referencia a aquellos productos financieros que permiten transformar los activos inmobiliarios en rentas, es decir, convertir la vivienda en recursos económicos mientras se sigue disfrutando la misma. De acuerdo con Betzuen, (2011), [4], las principales opciones son:

- *Hipoteca inversa*: la veremos en el siguiente capítulo por ser uno de los objetivos principales de esta tesis.
- *Hipoteca pensión*: se trata de la suscripción de un crédito hipotecario sobre una vivienda y con el dinero obtenido se contrata una pensión vitalicia. La hipoteca contratada deberá estar siempre en periodo de carencia hasta la muerte del propietario. En ese momento, sus herederos harán frente a la deuda con el inmueble o podrán heredar la vivienda asumiendo la deuda.
- *Vivienda pensión*: consiste en la venta de la vivienda y la formalización de una pensión vitalicia con una compañía aseguradora, el propietario vende la nuda propiedad, aunque seguirá viviendo en el inmueble, pues conserva el usufructo del mismo. En estos tipos de contratos se suele incluir que el antiguo propietario ya no corra con las cargas ni gastos de la vivienda (IBI, comunidad, seguros, etc...).
- *Cesión por alquiler*: es la operación menos frecuente y comparable a las anteriores y aunque se ofrece como alternativa va unida al deseo de que el propietario del inmueble desee habitar en una residencia por necesidades o cuidados especiales. En ese caso, el dueño cede su vivienda a una entidad que se encargará de alquilarla garantizándole el pago de ciertos ingresos.

#### El gran fracaso de las pensiones privadas en España: su baja rentabilidad no cubre ni la inflación

El envejecimiento de la población y la mayor esperanza de vida animan a los economistas más liberales a recomendar a los ciudadanos ahorrar y destinar parte de ese remanente a los planes de pensiones privados. Más allá del debate ideológico, ¿es una buena idea? Lo que no son cuentas son cuentos, y los datos son cristalinos: la inmensa mayoría de los 9,6 millones de españoles que tienen este producto pierden dinero en los últimos 12 meses.

Los planes de pensiones del sistema individual cerraron 2018, según los datos de la Asociación de Instituciones de Inversión Colectiva (Inverco), con unas pérdidas anuales promedio del 4,08 %. Para un plazo de tres años, su rendimiento anual se colocó en el 0,3 % y subió al 1,81 % y 3,33 % para periodos de cinco y diez años. En 15 y 20 años, su rentabilidad media anual fue del 2,54 % y 2,05 %, es decir, que a duras penas cubren la inflación.

[...] ¿Qué ocurre con los planes de pensiones en otros países? Es cierto que en muchas ocasiones, en el ámbito internacional, los planes de pensiones que se comparan no son homogéneos. Sin embargo, los datos vuelven a hablar claro y no dejan muy bien a la industria española. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) publica anualmente un informe sobre planes de pensiones en el que compara los rendimientos de estos productos financieros por países. Según sus datos, en 2015, la rentabilidad de los fondos de pensiones españoles fue del 1 % frente a una media del 2,8 % (calculada sobre 28 países) y del 7,8 % de Dinamarca, 7,2 % de Holanda o 4,9 % de Suecia. En los años siguientes la historia se volvió a repetir. En 2016, los fondos de pensiones españoles ganaron un 2 % (media del grupo, 2,1 %) y en 2017 (última comparación disponible) se revalorizaron un 1,5 % frente al 14,6 % de los fondos polacos, el 7,3 % de los australianos o el 6,7 % de los griegos.

[...] Según los últimos datos de Inverco, los planes de pensiones privados en España gestionan más de 72.200 millones de euros en el sistema individual, cantidad que llega a los 107.000 millones si se añaden los planes de empleo y los del sistema asociado. CaixaBank, BBVA, Santander, Bankia y Mapfre acaparan el 66,2 % de este patrimonio. Gustavo Trillo insiste en la idea de que estamos ante un sector “muy bancarizado”. “Las rentabilidades más altas casi siempre se encuentran fuera de los fondos de mayor patrimonio y mayor número de suscriptores”, subraya. Por su parte, Semenzato cree que en España “los planes se han impuesto a

sus suscriptores, lo que explica que el 66 % de éstos solo haya hecho una aportación en su vida. Además, se ha hecho hincapié en el argumento de venta fiscal, que no tiene sentido a largo plazo”. Los expertos de IESE insisten en que, “en varios casos”, los inversores en fondos de pensiones perdieron la desgravación fiscal que les regaló el Estado para inducirlos a invertir en dichos fondos en menos de cinco años (consecuencia de las comisiones e ineficiencias en inversión y gestión).

*El País (25 de febrero de 2019): [https://elpais.com/economia/2019/02/21/actualidad/1550749916\\_621595.html](https://elpais.com/economia/2019/02/21/actualidad/1550749916_621595.html)*

### 6.2.3. La fiscalidad: optimización fiscal del ahorro en la combinación de una operación financiera y una renta vitalicia

La (fig. 6.7) recoge una clasificación del riesgo y la fiscalidad de los diferentes instrumentos de ahorro tratados anteriormente, en el eje  $x$  se ha recogido de mayor a menor fiscalidad y en el eje  $y$  de mayor a menor riesgo. Vemos que los productos de mayor fiscalidad y mayor riesgo son las acciones y fondos de inversión, mientras que como menos arriesgados y con menor carga impositiva están los planes de previsión asegurados, los seguros de rentas, PIAS, etc...

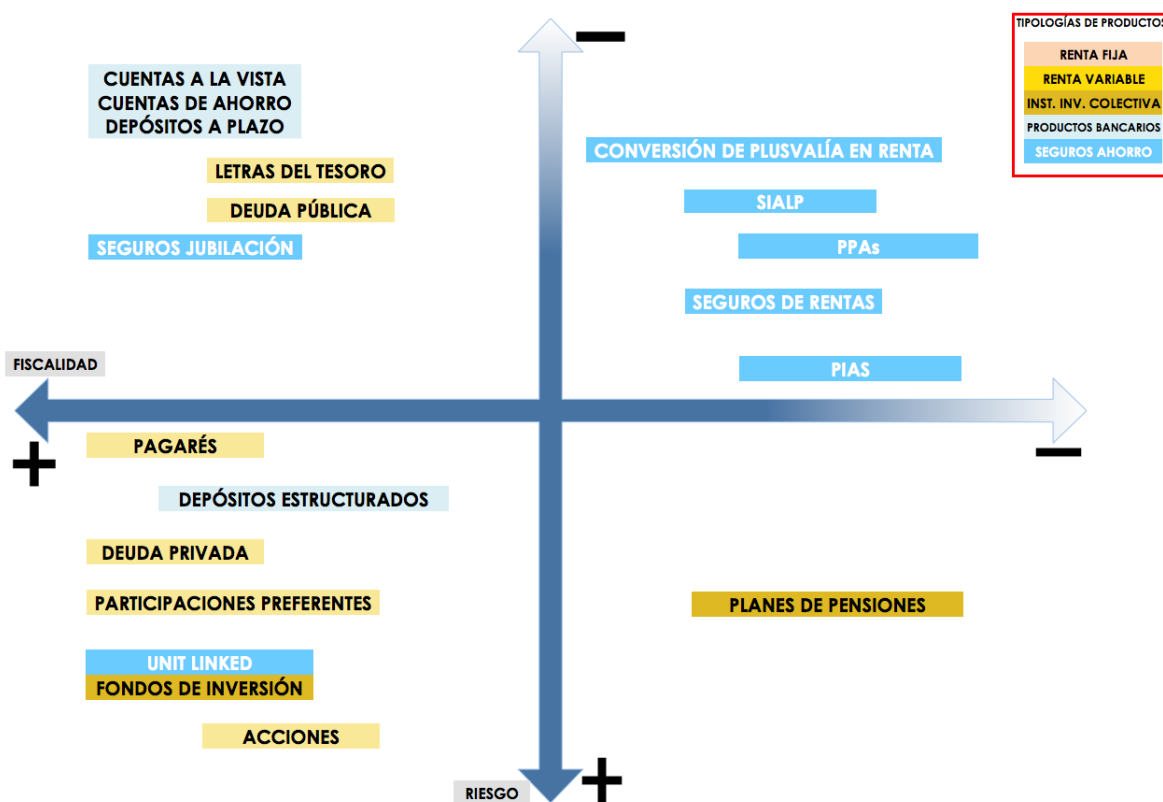


FIGURA 6.7: Riesgo vs. fiscalidad - productos financieros y aseguradores  
(Fuente: Edad & Vida)

Lo ideal sería ver la rentabilidad financiero-fiscal de las modalidades de ahorro vistas anteriormente, sin embargo, no es procedente meternos en esta parte pues correspondería más a un análisis de corte fiscal y tributario, sin embargo, desde un punto de vista actuarial y dado que hemos tratado aspectos actuariales de los planes de pensiones, a modo de ejemplo, sí podríamos poner como ejemplo la rentabilidad financiero-fiscal de la combinación de una operación financiera y una renta vitalicia.

Distinguiremos la parte de la aportación de la del cobro de la prestación.

**Fase de Aportación:** se va a plantear el supuesto de un individuo de edad  $x$  que invierte una unidad monetaria en una “operación de ahorro” a un plazo de  $d$  años y que obtiene una rentabilidad financiera  $i$ . Cada unidad monetaria, al cabo de  $d$  años (en el momento de la jubilación, a la edad  $x + d = j$ ) se convierte en:

$$C_d = (1 + i)^d$$

En el caso de que no hubiera que tributar al transformar el fondo acumulado en una renta vitalicia (sin peaje fiscal), aquél sería el importe que habría que considerar en los cálculos. En el caso de que existiera peaje fiscal, el impuesto que tendría que pagar al final del plazo de aportación es

$$T_d = [(1 + i)^d - 1]t_a$$

, siendo  $t_a$  el tipo impositivo aplicable a las operaciones de ahorro. Con lo que la cuantía neta de impuestos que percibirá, al final del plazo, será:

$$C'_d = (1 + i)^d - T_d = (1 + i)^d - [(1 + i)^d - 1]t_a = (1 + i)^d(1 - t_a) + t_a$$

Se va a suponer que, en caso de que se produzca el fallecimiento del partícipe antes de la fecha de jubilación, sus beneficiarios recibirían la cuantía acumulada en la “operación de ahorro”, pero tendrían que tributar por el Impuesto sobre Sucesiones y Donaciones. Por otro lado, se supone que el fallecimiento se produce, por término medio, a mitad de periodo, con lo que la cuantía acumulada,  $C_r$ , hasta ese momento en un periodo cualquiera  $r$ , será:

$$C_r = (1 + i)^{r-0.5}; \text{ con } 1 \leq r \leq d$$

Además, suponiendo que el tipo impositivo del Impuesto sobre Sucesiones y Donaciones, es constante,  $t^{SD}$ , tendremos que, la cuantía neta de impuestos que recibirán los herederos durante el periodo  $r$ ,  $C'_r$ , será:

$$C_r = (1 - t^{SD})(1 + i)^{r-0.5}; \text{ con } 1 \leq r \leq d$$

donde:

$C'_r$ : Cuantía, neta de impuestos, que recibirían los herederos durante el periodo  $r$ , ya que se supone que el “seguro de fallecimiento” cuyo capital asegurado es la cuantía acumulada en la “operación de ahorro”, hasta el momento  $r$ , se paga a mitad de ese año, es decir en el momento  $r - 0.5$ .

$t^{SD}$ : tipo impositivo del Impuesto sobre Sucesiones y Donaciones.

**Fase de cobro:** La recuperación de las aportaciones se va a materializar en un Seguro de Renta Inmediata, por el que, a cambio de una prima única, (la cuantía, neta de impuestos, obtenida en la fase de aportación), el inversor recibirá una renta mientras sobreviva. La forma concreta de cobro es la de renta inmediata, constante, prepagable y vitalicia. La cuantía constante que se percibirá se puede calcular tanto considerando que existe peaje fiscal (pago de los impuestos en el momento de la transformación del fondo acumulado en la renta correspondiente) como suponiendo que no existe peaje fiscal.

Partimos de un individuo de edad de jubilación  $j$ , siendo el tipo de interés técnico,  $i_{rv}$ , constante y la cuantía invertida es el importe, obtenido en la fase de aportaciones:  $C_d$  (si no existe peaje fiscal) o  $C'_d$  (si existe peaje fiscal). La cuantía invertida se convierte en un conjunto de capitales financiero-aleatorios de la misma cuantía (al considerar la renta constante), representada por  $R$ . Esta cuantía se determina al plantear la ecuación de equivalencia financiero-actuarial, por ejemplo, en el momento en que comienza la parte de cobro de la renta, es decir a la edad de jubilación  $j = x + d$ :

$$\begin{aligned}
C'_d &= R[(1 + i_{rv})^{-0} {}_0p_j + (1 + i_{rv})^{-1} {}_1p_j + (1 + i_{rv})^{-2} {}_2p_j + \dots \\
&\dots + (1 + i_{rv})^{-n} {}_np_j + \dots + (1 + i_{rv})^{-(w-j)} {}_{w-j}p_j] = \\
&= R \sum_{r=0}^{w-j} (1 + i_{rv})^{-r} {}_rp_j = R \sum_{r=0}^{w-j} {}_rE_j = R \ddot{a}_j
\end{aligned}$$

De donde:

$$R = \frac{C'_d}{\ddot{a}_j}$$

Siendo:

$R$ : Cuantía constante de los capitales recibidos en el caso de una Renta Inmediata Vitalicia mientras sobreviva el individuo de edad inicial  $j$ .

${}_rp_j$ : probabilidad de que un individuo de edad  $j$  alcance la edad  $j + r$ .

${}_rE_j$ : factor de actualización actuarial, para un individuo de edad  $j$  y un plazo de  $r$  años. Es menor que el correspondiente factor financiero, ya que tiene en cuenta las probabilidades de supervivencia.

$i_{rv}$ : Tipo de interés aplicable para el cálculo de la renta vitalicia. Puede ser diferente del utilizado para capitalizar las aportaciones.

$\ddot{a}_j$ : Valor actual de una renta unitaria, vitalicia, prepagable, pagadera a un individuo de edad inicial  $j$ , valorada con un tipo de interés  $i_{rv}$ .

Por cada uno de los terminos de la renta que cobre (mientras sobreviva) a una edad cualquiera,  $j + s$ , el impuesto que tiene que pagar en ese mismo momento se calcula en función de unos coeficientes, que dependen del tipo impositivo de las rentas de capital y de la edad del perceptor en el momento de constitución de la renta. En el caso de que los tipos impositivos para las operaciones de ahorro,  $t_a$ , permanezcan constantes durante toda la operación, el impuesto que tendría que pagar cada año sería:

$$T = R t_a \alpha_e^{RV} = \frac{C_d t_a \alpha_e^{RV}}{\ddot{a}_j}$$

Por lo tanto, la cuantía neta de cada término de la renta,  $R'$ , es contante y se obtendrá a partir de la ecuación:

$$R' = R - T = R - R t_a \alpha_e^{RV} = R (1 - t_a \alpha_e^{RV}) = C'_d \frac{1 - t_a \alpha_e^{RV}}{\ddot{a}_j}$$

No existe deducción ni por la aportación a la operación financiera, ni por la aportación para el cobro de la renta vitalicia. Al contrario de la modalidad anterior, como ahora el cobro es mediante una renta vitalicia, sin reconocimiento de garantías para los beneficiarios, éstos no tendrán derecho a recibir, durante estos periodos, ningún capital en caso de fallecimiento del inversor.

Con todo ello tendremos que los capitales que intervienen en la operación, al incluir las características fiscales y suponiendo que el pago impositivo es constante durante toda la duración de la operación, son:

La Prestación actuarial: está formada por un solo capital, la aportación inicial, que es un capital cierto: **(1,0)**;

La Contraprestación actuarial: está formada por los siguientes capitales financieros-aleatorios:

$$\{(C'_1, 0, 5), (C'_2, 1, 5), \dots, (C'_{d'}, d - 0, 5), (R', d), (R', d + 1), (R', d + 2), \dots, (R', \omega - x)\}$$

Los  $d$  primeros capitales están asociados a la probabilidad de fallecimiento y el resto a las de supervivencia.

Con lo que la ecuación para el cálculo de  $i_{\text{rff}}$  es:

$$\begin{aligned}
 1 &= \sum_{r=1}^d C'_r r_{-1} |q_x (1 + i_{\text{rff}})^{-(r-0,5)} + R' \sum_{r=d}^{w-X-1} r p_x = (1 + i_{\text{rff}})^{-r} \\
 &= \sum_{r=1}^d C'_r r_{-1} |q_x (1 + i_{\text{rff}})^{-(r-0,5)} + R' \ddot{a}_{x+d}^* E_x^* \\
 &= (1 - t^{SD})(1 + i)^{0,5} + C'_d \frac{1 - t_a \alpha_e^{RV}}{\ddot{a}_j} \ddot{a}_j^* E_j^*
 \end{aligned}$$

### 6.3. Ingresos y necesidades después de la jubilación: estrategias de optimización. Una revisión de la literatura.

El cálculo de la optimización ahorro-fiscalidad de cada producto visto anteriormente requiere una aplicación de un método actuarial apropiado. Sin embargo, los flujos de efectivo posteriores a la jubilación deben aumentar a las correspondientes tasas de inflación previstas si se desea preservar su poder adquisitivo. Las contribuciones a los planes de ahorro para la jubilación también deberían aumentar periódicamente de acuerdo con el aumento de los ingresos. Estos flujos de efectivo relacionados con la jubilación son, por tanto, anualidades de crecimiento. De ello se desprende que la determinación del valor de una base de capital suficiente para financiar una pensión indexada a la inflación es equivalente al cálculo del **valor actual de una anualidad de crecimiento** (VAAC). Del mismo modo, la determinación del valor futuro del ahorro periódicamente creciente equivale al cálculo del **valor futuro de una anualidad de crecimiento** (VFAC). A pesar de su importancia para la planificación financiera, los métodos de cálculo de los valores presentes y futuros de las anualidades de crecimiento han tendido a ser pasados por alto no sólo en los textos financieros generales y la literatura de planificación financiera, sino también en los textos de matemáticas financieras, por eso es importante su cálculo a la hora de valorar las necesidades financieras futuras (Deely, 2007, [5]).

Ya hemos explicado que el primer paso en la determinación de la cantidad requerida para constuir una jubilación financieramente cómoda se basa en predecir las necesidades de liquidez<sup>7</sup> posteriores a la misma.

Esas necesidades se pueden clasificar según el grado de discreción del gasto. Debe haber suficiente flujo para cubrir *gastos no discrecionales* sobre elementos esenciales tales como: alimentos, ropa y vivienda. Idealmente, también debe haber suficiente dinero en efectivo para cubrir *gastos discrecionales* en productos tales como vacaciones y entretenimiento, por ejemplo o incluso gastos imprevistos.

Los planes de pensiones de beneficios definidos definen, normalmente, la pensión en el primer año de jubilación como una proporción de los ingresos brutos del año inmediatamente anterior a la misma. Esto puede explicar la práctica común de definir las pensiones objetivo como una norma, o regla general, la proporción de los ingresos antes de la jubilación. Aquellos que planean vivir un estilo de vida después de la jubilación similar al que disfrutaba antes de la jubilación necesitarán un flujo de ingresos ajustado a la inflación comparable al ingreso disponible previo al retiro, después de deducir los gastos relacionados con el trabajo.

Esto sugiere que las necesidades de ingresos posteriores a la jubilación deben definirse en términos de ingresos netos disponibles antes de la misma; es decir, los ingresos después de deducir todos los gastos relacionados con el trabajo. Las variaciones en la deducción de impuestos, deducciones de jubilación de empleados y otros gastos relacionados con el trabajo significan que el ingreso disponible neto no puede expresarse realmente como una fracción estándar del ingreso bruto. Cada caso necesita ser evaluado de acuerdo a sus circunstancias individuales.

Siguiendo este razonamiento, definiríamos los ingresos disponibles netos según la siguiente expresión:

$$I = [G - (T + C + W)]$$

<sup>7</sup>Existe numerosa literatura, sobre todo anglosajona, que a estas necesidades de liquidez las denomina *flujos de caja*.



donde:

$I$  = ingreso disponible actual, neto de gastos relacionados con el trabajo.

$G$  = Ingreso bruto actual anual.

$T$  = Impuesto sobre la renta.

$C$  = Contribución de jubilación.

$W$  = Gastos relacionados con el trabajo, incluidos aquellos que no son deducibles de impuestos.

Los pagos de las posibles deudas que se hayan adquirido también deben deducirse cuando la intención es pagar la deuda antes de la jubilación (aunque no se debe recomendar este tipo de medidas cuando se espera que los retornos de las inversiones posteriores a la jubilación sean superiores a los tipos de interés aplicables).

Así, los ingresos requeridos en el primer año de jubilación pueden definirse como sigue:

$$Y_1 = I(1 + g')^t + F(1 + g)^t$$

donde:

$Y_1$  = ingreso requerido en el primer año de jubilación.

$g'$  = incremento anual esperado en el ingreso disponible neto.

$F$  = pagos por pensión actual.

$g$  = tasa de inflación anual prevista.

$t$  = años para el retiro.

Si hay una incertidumbre significativa acerca de las perspectivas futuras de ingresos (previos a la jubilación e incluyendo los niveles futuros del pago de impuestos), se recomienda asumir que el ingreso disponible neto aumente al mismo ritmo que la inflación prevista.

En línea con lo anterior está el trabajo de Gene Stout y Mitchel (2006), [6], quienes desarrollan un modelo dinámico de planificación de retiradas de dinero en la jubilación que permite a dichos individuos aumentar la tasa promedio de retiro mejorar las posiciones en una cartera de inversión; de esta forma, los elementos clave del modelo son ajustes periódicos de las tasas de retirada de capital basadas tanto en el rendimiento de la cartera como la esperanza de vida restante, mediante simulación Monte Carlo tanto para el rendimiento de la inversión como para esa esperanza de vida, medida en términos de mortalidad. La conclusión principal es que la inclusión de esta esperanza de vida en modelos de horizonte de planificación fija reduce la probabilidad de ruina<sup>8</sup> en casi un 50 %. Levitan y otros, (2010) [7] también proponen un marco y una medida para la probabilidad de ruina a la hora de evaluar estrategias de inversión disponibles para los miembros de un fondo de contribución definida (ellos la llaman fase de 'decumulación'), en el contexto de un marco de tiempo discreto.

Por su parte, Charupat y Milevsky, (2002), [8], basan su enfoque en Merton, (1971), [9] cuando derivan la asignación óptima de activos que maximiza la utilidad entre un activo con riesgo y otro libre del mismo, dentro de un contrato de anualidad variable. Se centran, sobre todo, en la interacción entre el riesgo financiero, el riesgo de mortalidad y el consumo, hacia el final del ciclo de vida del individuo.

Sin embargo, a la hora de determinar las estrategias adecuadas de inversión y gasto para ahorros acumulados usando la teoría de la maximización de la utilidad esperada, las reglas aplicadas por asesores financieros suelen ser inconsistentes con la teoría de la utilidad esperada. Eso es lo que ponen de manifiesto Sharpe y otros (2007), [10] cuando afirman que éstas someten a los jubilados a riesgos evitables y no precisamente del mercado.

<sup>8</sup>En ciencias actuariales y probabilidad aplicada, la teoría de la ruina (también llamada teoría del riesgo o teoría colectiva del riesgo) utiliza modelos matemáticos para describir la probabilidad de una aseguradora de causar insolvencia/ruina. En tales modelos, las cantidades clave de interés son la probabilidad de ruina, la distribución del excedente inmediatamente antes de la ruina y el déficit en el momento de la misma.

De este modo, la eficiencia y la optimización de las estrategias financieras frente al riesgo de longevidad es la línea de trabajo de numerosas investigaciones, así, Schiess (2008), [11], estudia en el individuo (pensionista o jubilado, se entiende) la derivación de la utilidad de un flujo de consumo o de una anualidad y el legado de bienes (riqueza) a sus herederos en un marco temporal continuo. El objetivo de encontrar: a) el consumo óptimo, b) la asignación de activos y c) la regla de decisión de la anualidad a asignar del pensionista conduce al autor a la interesante interacción de la teoría del control óptimo, la teoría de la detención óptima y los problemas de mortalidad, mientras que Blanchett y otros, (2012), [12], afirmando que poco se había investigado hasta la fecha en cuanto a comparar la eficiencia relativa de los diferentes tipos de estrategias de retiradas de capital en la jubilación y se centran en evaluar diferentes estrategias de este tipo así como determinar, mediante simulación Monte Carlo las retiradas de capital óptima para diferentes casos. Así, los autores desarrollan una *tasa de eficiencia de retirada de capital* y que previsiblemente será la mejor herramienta para elegir la cantidad de capital a retirar, así como la estrategia de asignación de activos. Sin embargo, bajo nuestro punto de vista, el problema es que en todas las investigaciones de este tipo, donde se establece una *tasa o cantidad de retirada variable o segura*, ésta indica que se gaste lo máximo posible en una base ajustada a la utilidad. Sin embargo no está conectado a ningún tipo de objetivos de gasto de estilo de vida o necesidades mínimas y aunque la función de utilidad lo desaconsejaría en cierta medida, este enfoque haría seguir gastando al individuo cantidades más allá de sus objetivos de estilo de vida. La función de utilidad tampoco incorpora un nivel de mínimo, lo que hace que no esté claro dónde comienzan a funcionar los aspectos restrictivos de la función de utilidad con respecto a las necesidades mínimas y el estilo de vida deseado. En la misma línea, pero utilizando un programa estocástico de múltiples etapas, Simsek y otros (2018), [13] modelan y resuelven el problema óptimo de asignación de activos de una pareja de jubilados con una esperanza de vida incierta en presencia de una póliza de seguro de vida a término. En el caso base, encuentran políticas óptimas asumiendo que no existe riesgo de longevidad (es decir, los escenarios de vida son inciertos aunque la esperanza de vida se fija en la fecha de jubilación). A continuación, introducen el riesgo de longevidad en la etapa de generación de escenarios mediante un cambio en los tiempos de vida esperados o un recorte inesperado en los ingresos periódicos de jubilación. Los autores encuentran que la política de asignación de activos óptima depende de la presencia y el tipo de estos riesgos, así como del precio relativo del seguro y el tamaño de cualquier recorte en los beneficios de pensión.

El impacto de las expectativas, la racionalidad del consumidor y el aspecto psicológico a la hora planificar el retiro también ha sido analizado por los investigadores y académicos en la línea de las finanzas del comportamiento<sup>9</sup>; Bernatzi, (2010), [14] y Turner y otros, (2019), [15]. En el área de la seguridad financiera individual, la investigación que tiene en cuenta la diferencia entre las expectativas racionales y las expectativas de comportamiento real con respecto a la rentabilidad de los activos, la inflación, los ahorros y los gastos ha contribuido a una mejor comprensión y un mejor diseño del programa. En contraste, se ha prestado relativamente poca atención a las expectativas de los trabajadores sobre sus futuros beneficios de la Seguridad Social. Debido a que los beneficios del Seguro Social son una fuente importante de ingresos de jubilación para la mayoría de los trabajadores en muchos países, las expectativas futuras de beneficios del Seguro Social probablemente desempeñen un papel importante en sus decisiones de consumo, ahorro, oferta laboral y inversión de cartera. Este artículo examina la literatura relacionada con estas expectativas y presenta evidencia de las expectativas de los trabajadores sobre los beneficios futuros de la Seguridad Social en Canadá, Irlanda y los Estados Unidos. En los tres países, con diferentes sistemas de financiamiento y diferentes políticas con respecto a los programas, las encuestas encuentran un grado sorprendente de pesimismo y falta de confianza en los programas de Seguridad Social. Si bien la retórica en los Estados Unidos sobre la “ruptura” de la Seguridad Social puede ser parte de la explicación allí, dicha retórica no está presente en Canadá e Irlanda.

También Inoue-Smith, (2017) [16], enfocándose en el ajuste psicológico de la jubilación en lugar de los aspectos financieros, coincide en que más allá de dicha preparación, los factores emocionales y otros factores psicológicos tienden a influir a la hora de considerar la jubilación y aborda dos preguntas importantes: primero, ¿cómo se siente un individuo cuando decide retirarse por elección propia? Segundo, ¿cuáles son los principales desafíos emocionales de la jubilación voluntaria?

<sup>9</sup>El campo de las *finanzas del comportamiento*, (behavioral finance), es un campo de las finanzas que propone teorías basadas en la psicología para explicar las anomalías del mercado de valores.

## 6.4. Simulación de planificación financiera usando procesos aleatorios mediante una aplicación web

Más allá del aparato matemático que recoja una propuesta metodológica a la hora de planificar la jubilación, las herramientas informáticas actuales nos permiten realizar con bastante precisión y rapidez simulaciones de sucesos o eventos bajo diferentes hipótesis, como por ejemplo, Stout (2008), [17]; Norstad (2011), [18]; Pfau (2012), [19] y Sen (2014), [20]. Ese, el caso de simulaciones de eventos bajo diferentes hipótesis, es el que hemos intentado reproducir en este apartado, de nuevo con el software **R**, desarrollando una aplicación que permita simular, aleatoriamente, situaciones de inversión de capital inicial y rendimientos del mismo, variando ciertos parámetros que afecten a los retornos, como, por ejemplo, la volatilidad de la inversión y el nivel de inflación.

Dicha aplicación está disponible en el siguiente enlace: <https://jraro.shinyapps.io/retiro/> al que se puede acceder pinchando directamente desde este documento y se invita al lector a que visite la página y pueda por sí mismo, comprobar el funcionamiento. Es una aplicación de código abierto cuyo script se encuentra disponible en el siguiente repositorio <https://github.com/jraro/app-retiro>.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN:

Se establecen dos escenarios por dos motivos: 1) para comparar los resultados obtenidos simulando con varias hipótesis y 2) cuando se trate el tema de la hipoteca inversa, con la idea de simular un escenario en el que tenga cabida esta modalidad y se pueda apreciar cómo cambia el retorno anual de la inversión, incluyendo esta opción, por eso, el escenario B, idealmente se debería utilizar para simulaciones incluyendo el capital invertido obtenido como resultado de obtener una hipoteca inversa y exigiendo un retorno de la inversión adicional. En cualquier caso, las variables introducidas modificables son:

**Horizonte temporal:** se ha establecido por años, hasta un máximo de 40 y por defecto se sitúa en 20. Se puede modificar en función del tiempo que se estime vaya a producirse la jubilación o retiro.

**Capital inicial invertido:** se comienza con 50.000 euros y hasta un máximo de 1.000.000.

**Retorno anual de la inversión:** expresado en porcentaje representa la rentabilidad anual de la inversión esperada y que por defecto se sitúa en un 6 %.

**Volatilidad anual de la inversión:** Dependiendo del perfil de riesgo del individuo o del tipo de activos donde tenga puesta la inversión, este parámetro debe ser establecido más o menos elevado.

**Inflación anual:** parámetro macroeconómico que conviene incluir para descontarlo en la rentabilidad anual.

**Volatilidad de la inflación anual:** en condiciones normales y en un contexto como el actual, la volatilidad de la inflación debería ser estable, no obstante, también se puede simular como se podría comportar la inflación.

**Retiradas mensuales de capital:** elemento clave en la simulación pues se trata estimar las necesidades mensuales que se van a necesitar retirar.

**Número de simulaciones:** se pueden simular hasta 2.000 entornos aleatorios.

En nuestro caso y como se puede ver en la (fig. 6.7), para 15 años y un capital inicial de 120.000 € con un retorno esperado del 7 % y una volatilidad del 2.2 % (un tanto conservadora, quizás); con una hipótesis de inflación anual del 2 % y una volatilidad de la misma del 0,05 % y con retiradas mensuales de capital de 1.500 € hemos hecho 1.000 simulaciones. En la (fig. 6.8) hemos obtenido los resultados que se muestran, es decir, en las condiciones y con las variables especificadas en la entrada de datos, para un horizonte de 15 años, el capital inicial invertido y con retiradas de 1.500 €, la gráfica del *valor proyectado del capital inicial*, nos indica el rango de la duración de los fondos, que en el caso planteado estaría en torno 85 y 115 meses, es decir, entre 7 y 9,5 años, aproximadamente. El gráfico *porcentaje de escenarios de pago*, nos revela el porcentaje de escenarios generados (simulaciones) para los que hay fondos, de hecho, se puede apreciar que a partir del mes 100 el porcentaje empieza a ser mínimo y alrededor del mes 115 aproximadamente, ya no hay ningún pago en los escenarios restantes.

## Escenario A

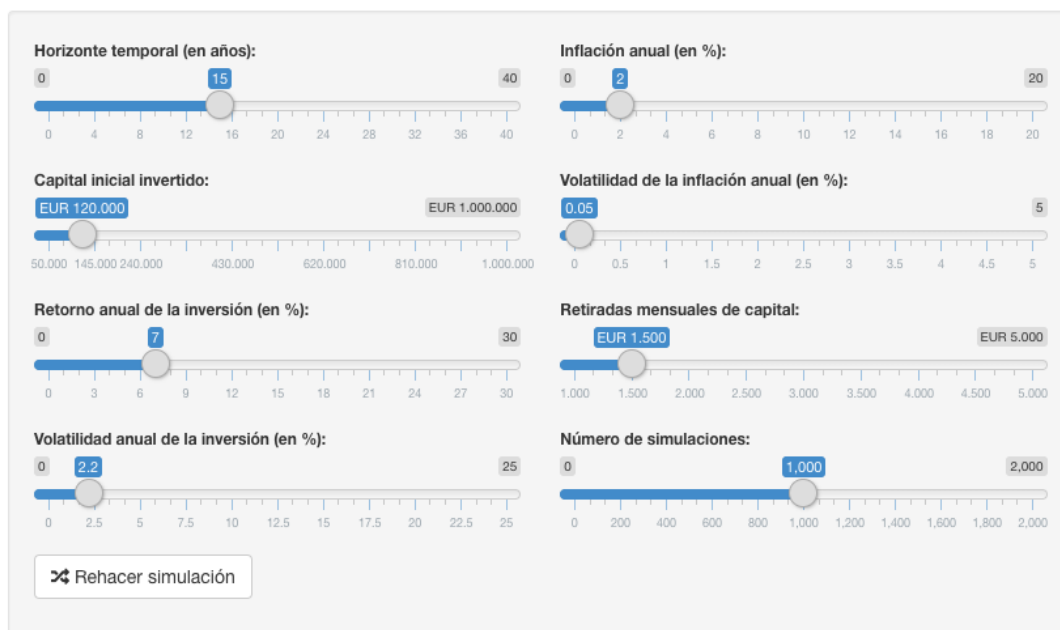


FIGURA 6.8: Interfaz de la aplicación para fijar/simular los parámetros de entrada (Escenario A)

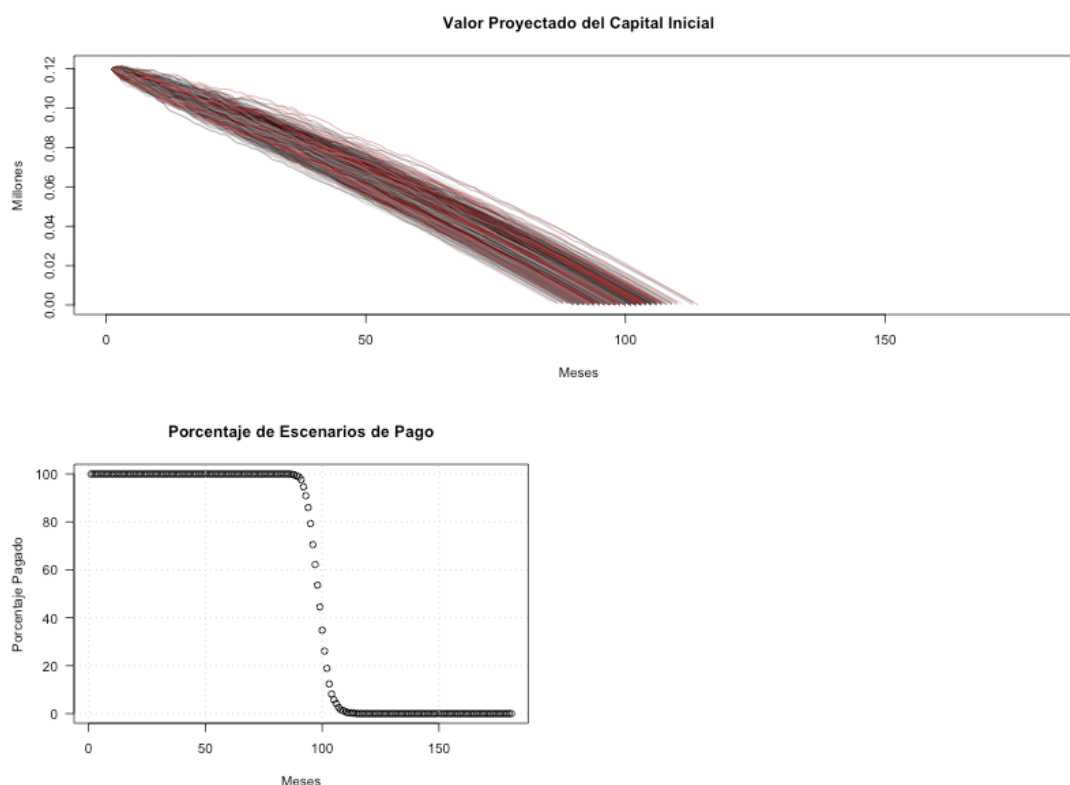


FIGURA 6.9: Resultados de la simulación para los parámetros de entrada iniciales (Escenario A)

El hecho de que en la figura anterior se observe un espacio en blanco no es por azar o defecto de la aplicación; veamos lo que ocurre modificando algunos datos de la simulación (figs. 6.9 y 6.10), como por ejemplo si las retiradas mensuales de capital las bajamos a 1.000 €, observamos que aparte de verse modificado el *valor proyectado del capital inicial* y los *porcentajes de escenarios de pago*, aparece un nuevo gráfico, el *porcentaje del capital final que se continúa pagando*, es decir, en nuestro caso, al llegar al final del horizonte temporal, aún se habría generado suficiente capital como para seguir obteniendo pagos (en concreto, un 32 % de capital) más allá de los 15 años establecidos inicialmente.



FIGURA 6.10: Resultados de la simulación para los parámetros de entrada iniciales (Escenario A - alternativo)

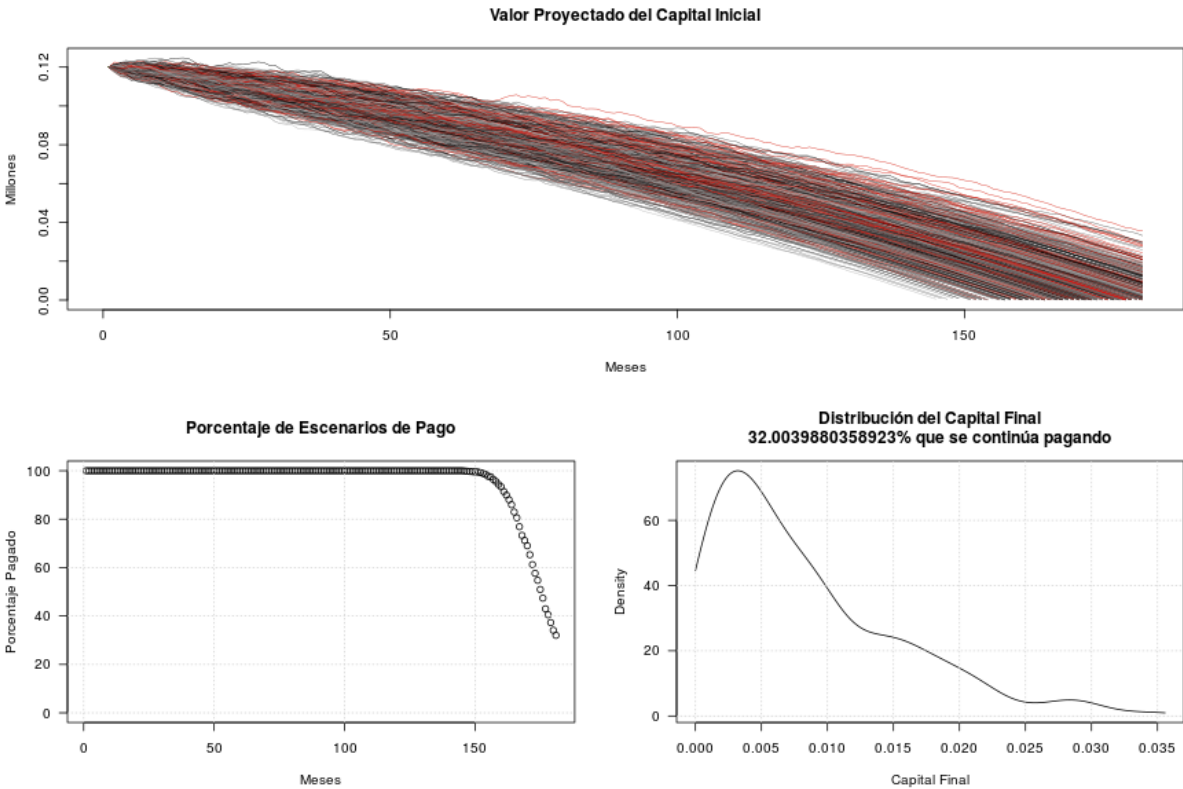


FIGURA 6.11: Resultados de la simulación para los parámetros de entrada iniciales (Escenario A - alternativo)

## 6.5. Conclusiones del capítulo

En este capítulo hemos visto aspectos fundamentales que deben tenerse en cuenta cuando se afronta la jubilación, siendo un asunto que no se tendría que demorar y empezar a planificar lo antes posible, pues debido a la ‘delicada’ situación financiera de la Seguridad Social, el margen de error va siendo cada vez más estrecho. En la situación actual, la vulnerabilidad de los jubilados ante una cada vez más exigua pensión, exige unos ahorros cuya rentas, prudentemente administradas, puedan ayudar a complementar la pensión estatal.

Siguiendo unas directrices básicas y ajustándose a un plan previamente diseñado, lo que incluye, entre otros, una estimación de los gastos cuando se deje de trabajar, los jubilados pueden mejorar sus posibilidades de obtener un ingreso lo suficientemente duradero, protegido ante procesos inflacionarios, gastando con moderación, diversificando y siguiendo una estrategia disciplinada de asignación de activos.

De este modo, los principales riesgos financieros que conviene proteger son: el riesgo de longevidad (es decir, el de vivir más de lo esperado), el riesgo de requerir cuidados médicos o atención médica, el riesgo de la rentabilidad de las inversiones y la inflación. Estos riesgos plantean un desafío que requiere una combinación de estrategias antes de que se produzca la llegada del ‘retiro dorado’; sin embargo, la escasa cultura financiera de la población (en España, uno de cada cuatro adolescentes no sabe nada de finanzas, lo que supone un 25 % y un 51 % no sabe distinguir entre IPC y PIB)<sup>10</sup> a menudo lleva a decisiones inadecuadas, pero en el ámbito financiero el riesgo es mayor porque las consecuencias suelen ser a medio y largo plazo y el coste económico es muy alto, como prueba de ello, tenemos los recientes episodios vividos con la compra de deuda subordinada, las hipotecas multidivisa o las acciones preferentes que algunos compraron pensando que eran productos sin riesgo. Así, un porcentaje elevado de la población sólo se preocupa por lo que debe pagar hoy, sin tener en cuenta que la situación financiera dentro de diez años puede ser muy diferente. De hecho, “*un 69 % de los españoles afirma que habría tomado decisiones más responsables si hubiera recibido más formación sobre finanzas en la etapa escolar.*” Esto pone de manifiesto que una cultura financiera limitada puede afectar al bienestar de la sociedad en países donde el ahorro y la planificación para la jubilación se va trasladando de los estados a los hogares.

Conceptos como *perfil de riesgo, inflación, binomio rentabilidad-riesgo, liquidez, ahorro, fiscalidad*, etc..., deberían empezar a ser familiares desde las primeras etapas de nuestra formación para poder entender a qué nos enfrentamos cuando se trata de que el ciudadano deba saber endeudarse, saber ahorrar, vivir el día a día y planificar el futuro. El ciudadano debe controlar qué parte de sus ingresos debe dedicar a gastos corrientes, qué parte a inversión, y qué parte a ahorro teniendo en cuenta su ciclo vital completo y sus expectativas futuras, incluida la jubilación. Y decidir, en función de sus posibilidades, el estilo de vida que puede y quiere tener. En países donde hay fluidez laboral y menor seguridad en la estabilidad del trabajo, en países con un estado del bienestar poco desarrollado, los ciudadanos –necesidad obliga– han desarrollado unos hábitos de previsión más profundos que en los entornos con un estado del bienestar más asentado. Posiblemente, la dinámica mundial nos lleva a una igualación a la baja del estado del bienestar, por esto los ciudadanos de los países donde el estado del bienestar está más desarrollado, pero en retroceso, deberán modificar sus hábitos de vida y planificarla con una visión holística ajustada a sus posibilidades. Tarea difícil, pero no imposible.

<sup>10</sup><https://www.segurosdetuatu.es/posts/por-que-falla-en-espana-la-cultura-financiera>

## Referencias bibliográficas

- [1] Banco de España: **“Encuesta Financiera de las Familias (EFF) 2014: métodos, resultados y cambios desde 2011”**, (enero 2017). En: [www.bde.es](http://www.bde.es).
- [2] Klapper, L., Lusardi, A. y Oudheusden, P. V.: **“Financial Literacy Around the World: Insights from the Standard & Poor’s Ratings Services Global Financial Literacy Survey”**, (2015). En: <http://www.FinLit.MHFI.com>.
- [3] Romero Paniagua, M., Ameijeiras Abeigón, P. y Azpeitia Rodríguez, F.: **“La Planificación Financiera Para la Jubilación: Un Recorrido de Aprendizaje a Través del Ciclo Vital de los Individuos”**, Coord. José Antonio Herce, *Instituto Aviva de Ahorro y Pensiones*, (2013).
- [4] Betzuen Álvarez, A. J.: **“Activos Inmobiliarios Convertibles en Renta como Complementos a la Pensión por Jubilación”**, *Lan Harremanak*, 24, I, págs.: 165-193, (2011).
- [5] Deely, C.: **“Mathematical and Modelling Aspects of Retirement Planning”**, *Jassa, The Finsia Journal of Applied Finance*, Issue, 1, (2007).
- [6] Gene Stout, R. y Mitchell, J. B.: **“Dynamic Retirement Withdrawal Planning”**, *Financial Services Review*, 15, págs.: 117-131, (2006).
- [7] Levitan, S., Dolya, Y. y Rusconi, R.: **“Evaluating Post-Retirement Investment Strategies”**, (2010).
- [8] Charupat, N. y Milevsky, Moshe A.: **“Optimal Asset Allocation in Life Annuities: A Note”**, *Insurance: Mathematics and Economics*, 30, págs.: 199-209, (2002).
- [9] Merton, R.: **“Optimum Consumption and Portfolio Rules in a Continuous-Time Model”**, *Journal of Economic Theory* 3, págs.: 373-413, (1971).
- [10] Sharpe, W. F., Scott, S. J. y Watson, J. G.: **“Efficient Retirement Financial Strategies”**, *Pension Research Council Working Paper Series*, (2007). En SSRN: <https://papers.ssrn.com/abstract=1005652>.
- [11] Schiess, D.: **“Optimal Strategies During Retirement”**, *Working Paper Series in Finance* nº 70, University of St. Gallen, (2008).
- [12] Blanchett, D., Kowara, M. y Chen P.: **“Optimal Withdrawal Strategy for Retirement Income Portfolios”**, *Morningstar Investment Management*, (sept. 2012).
- [13] Simsek, K., D., Kim, M. J., Chang, W. Kim y Mulvey, John M.: **“Optimal Longevity Risk Management in the Retirement Stage of the Life Cycle”**, *The Journal of Retirement*, 5 (3) 73-92 (2018). DOI: <https://doi.org/10.3905/jor.2018.5.3.073>.
- [14] Bernatzi, S.: **“Behavioral Finance and the Post-Retirement Crisis”**, *Allianz of America*, Working Paper, (2010).
- [15] Turner, J., Zhang, S., Hughes, G. y Rajnes, D.: **“Irrational Expectations, Future Social Security Benefits, and Life Cycle Planning”**, *The Journal of Retirement*, 6, (3), 60-68, (feb 2019), DOI: 10.3905/jor.2019.6.3.060.
- [16] Inoue-Smith, Y.: **“The Psychology of Retirement: A “Can’t Let Go” Syndrome”**, *The Journal of Retirement*, 5, (2), 104-110, (2017), DOI: <https://doi.org/10.3905/jor.2017.5.2.104>.



- [17] Stout, Gene R.: **“Stochastic Optimization of Retirement Portfolio Asset Allocations and Withdrawals”**, *Financial Services Review*, 17, págs.: 1-15, (2008).
- [18] Norstad, J.: **“Financial Planning Using Random Walks”**, Working Paper, (2011). En: [https://www.researchgate.net/publication/228843515\\_Financial\\_planning\\_using\\_random\\_walks](https://www.researchgate.net/publication/228843515_Financial_planning_using_random_walks).
- [19] Pfau, Wade D.: **“An Efficient Frontier for Retirement Income”** (septiembre, 2012). Disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2151259>.
- [20] Sen, T.: **“Retirement Planning Using Random Walk Theory and Artificial Intelligence”**, (2014). En: [http://www.naaaim.org/wp-content/uploads/2014/04/00Q\\_Tushar\\_Sen\\_Retirement-Planning-Using-Random-Walk-Theory-and-Artificial-Intelligence.pdf](http://www.naaaim.org/wp-content/uploads/2014/04/00Q_Tushar_Sen_Retirement-Planning-Using-Random-Walk-Theory-and-Artificial-Intelligence.pdf).

## Capítulo 7

# La Hipoteca Inversa

*“El valor de tu casa es el precio que tu vecino quiere pagar por ella.”*

Confucio

### 7.1. Introducción.

El último capítulo de este trabajo es el que termina por culminar y dar sentido a todo lo expuesto anteriormente, pues una vez hemos: (i) analizado el panorama demográfico en todas sus vertientes y a todos los niveles, tanto mundial como nacional y local; (ii) estudiado conceptos demográficos tales como longevidad, mortalidad, fertilidad y migración y revisados los modelos más utilizados para predecir estos fenómenos; (iii) hecho un recorrido por los sistemas de pensiones de los países con mejores prestaciones sociales y posteriormente, (iv) centrado nuestra atención en España, donde se ha estudiado su situación demográfica, su sistema de pensiones y la situación a la que nos enfrentamos en los próximos años, se trataba de introducir una figura que ha tenido escasa repercusión en nuestro país como alternativa a las opciones existentes a la hora de complementar la pensión pública con el fin de equiparar, en la medida de lo posible, el nivel de vida en la jubilación con el que se tenía cuando se estaba en activo.

En las secciones anteriores ya hemos advertido de las señales que los diferentes organismos, tanto nacionales como supranacionales, emiten continuamente alertando de las consecuencias que provocará sobre, el sistema sanitario y de pensiones, el envejecimiento de la población. También hemos analizado el porcentaje del PIB que en España se dedica al “gasto social”, así como el problema de la “hucha de las pensiones”. Junto al problema del envejecimiento poblacional no deberíamos olvidar que casi un 9 % de la población española presenta alguna discapacidad o limitación según el último estudio del INE,<sup>1</sup> siendo la edad media de las personas con discapacidad de 64,3 años, lo cual puede llegar a ocasionar situaciones de dependencia para su autonomía personal.

Todo lo anterior pone de manifiesto, y así lleva siendo algún tiempo, que la cobertura de las contingencias de la vejez y/o enfermedad necesitará (si no lo está haciendo ya, de hecho) la ayuda de recursos privados, ya que ante la aparente insuficiencia de medios del Estado, al necesitado de asistencia sólo le queda acudir a su propio patrimonio, fruto del ahorro de toda una vida el cual, si no se ha gestionado de manera adecuada, con la suficiente previsión y horizonte temporal, será también insuficiente para atender las necesidades.

Es, en este contexto de búsqueda de rentabilidad mediante nuevas fórmulas de ahorro y previsión, donde situamos la figura de la hipoteca inversa que a continuación desarrollaremos, para ello, haremos una revisión de la literatura existente, tanto nacional como internacional, siendo a este nivel donde más abundan las referencias, pues es, sin lugar a dudas, en países como Estados Unidos, Reino Unido y Australia, como veremos más adelante, donde se encuentra más implantada y desarrollada esta figura. Posteriormente, nos centraremos

<sup>1</sup>El INE tiene previsto publicar en 2020 una nueva encuesta, ‘Discapacidad, Autonomía, Personas y Situaciones de Dependencia’, para actualizar los datos sobre personas con discapacidad en España, ya que el último estudio se publicó en 2008 con cifras de 2007. En aquel momento, las personas con discapacidad suponían el 8,5 % de la población. Según fuentes del INE esta encuesta se realiza cada diez años y, de hecho, el plan estadístico estatal 2017-2020 contempla llevar a cabo este estudio, cuyo proyecto se inició en 2016 para obtener una estimación del número de personas con alguna discapacidad y cuáles son éstas. En: <https://www.europapress.es/epsocial/igualdad/noticia-cuantas-personas-discapacidad-hay-espana-20181202110237.html>

ya en definir el concepto de hipoteca inversa, destacando los aspectos generales más relevantes del producto, para seguir con el análisis jurídico-fiscal. Seguidamente, enumeraremos las ventajas e inconvenientes para el solicitante, así como los riesgos en los que incurre la entidad ofertante. A continuación veremos la controversia generada con la nueva normativa sobre seguros de vida, más conocida como *Solvencia II*, al tiempo que señalaremos algunas malas prácticas que se han hecho con esta figura fruto de las perniciosas consecuencias de la especulación inmobiliaria que han “asolado” este país en los últimos años. A continuación desarrollaremos el análisis actuarial, parte más cuantitativa del capítulo donde se analizará el mecanismo subyacente, para finalizar exponiendo diversas alternativas de ahorro y liquidez, así como las conclusiones más interesantes.

## 7.2. Revisión de la literatura existente.

Desde un punto de vista estrictamente jurídico, en España, la doctrina especializada en esta figura es abundante. Los trabajos de Anguita Ríos [1], Balagué [2], Canals Brage [3], Herranz González [4], Miquel Silvestre [5], Muro Villalón [6], Quesada Sánchez [7], Romero Candau [8], Rubio Torrano [9], Serrano de Nicolás [10], Taffin [11] y Tusset del Pino [12], más centrados en la vertiente legal y regulatoria, coinciden en que la filosofía del producto es *asistencial* en contraposición al carácter especulativo con el que se ha abusado en el sector inmobiliario, y por lo tanto, cuenta con el beneplácito de los poderes públicos, “*siendo la finalidad del legislador delimitar y favorecer un producto claramente asistencial*” [13]. Esta finalidad, coinciden en apuntar también, puede quedar diluida y pasar a un segundo plano por las reticencias que puedan plantear los bancos, cajas de ahorro y demás entidades de crédito que comercializan dicha figura, debido al riesgo que implica para el prestamista.

Otros autores, como Álvarez, (2009), [14], van un paso más allá y plantean los problemas prácticos desde un punto de vista fiscal y procesal que entrañan las hipotecas inversas en una monografía, bastante completa y clarificadora, que resuelve la mayor parte de los problemas que suscita tal figura.

Sin embargo, es fuera de nuestras fronteras donde más investigación se ha desarrollado, tanto en el ámbito académico como en el ámbito de los profesionales del sector (Estados Unidos o Japón, por ejemplo), sobre la hipoteca inversa y temas afines. En otros países, o bien apenas se ha introducido esta figura o lo ha hecho hace relativamente poco tiempo, como es el caso de la India, cuyos primeros pasos de esta modalidad de hipoteca comenzaron en 2008.

La literatura existente cubre una amplia variedad de temas, cada uno con estudios y aportaciones interesantes, como por ejemplo, en el tema de la **hipótesis de consumo durante el ciclo de vida y el uso de la vivienda como capital a través de la hipoteca inversa**, cuya idea fundamental fue desarrollada durante los años 50 por Franco Modigliani. De acuerdo con el modelo de ciclo de vida desarrollado por Modigliani y Brumber en 1954, [15], Friedman en 1957, [16] y Ando y Modigliani en 1963, [17], las personas tomamos nuestras decisiones de ahorro para suavizar el consumo durante toda nuestra vida. En teoría, en los hogares se acumulan ahorros durante el período de vida laboral y se utilizan esos ahorros para satisfacer las necesidades de consumo en la vejez. La propiedad de la casa es el componente de ahorro acumulado más importante en los adultos durante su vida laboral en la mayoría de los países; si las personas con un inmueble de alto valor desean prolongar el consumo a lo largo de su ciclo de vida deben: o bien vender su vivienda, cambiando de propiedad y alquilando una nueva, o bien vender el inmueble y mudarse a una vivienda más pequeña y barata (y con el remanente quedarían dotadas de liquidez) o usar la opción de la hipoteca inversa para liberar capital y seguir habitando su casa sin necesidad de abandonarla.

Sin embargo, la mayoría de las investigaciones no apoyan la hipótesis de que los ancianos vendan su vivienda en la vejez y en pocas ocasiones utilizan ese método de liberación de capital para mantener un mayor nivel de consumo durante la jubilación. La evidencia de varios estudios Menchick y David, (1983), [18]; Auerbach y Kotlikoff, (1987) [19]; Hubbard, Skinner y Zeldes, (1994), [20]; Venti y Wise (2004) [21] sugieren que los hogares propiedad de ancianos no usan sus ahorros en la vejez en la medida prevista por los modelos de ciclo de vida. Estos estudios han demostrado que la acumulación de riqueza de los adultos mayores continúa después de la jubilación, cuando las familias deberían reducir sus ahorros. Gran parte de la literatura atribuye los elevados

ahorros de los jubilados al deseo de los ancianos de dejar un legado a sus más allegados.

Short, (1984), [22], en su estudio encontró que el patrón de ahorro durante la jubilación parecía ser una extensión de los patrones de ahorro y gasto desarrollados durante los años de trabajo. En la encuesta que llevó a cabo este autor, los participantes, que eran ahorradores relativamente altos en los primeros años continuaron ahorrando a medida que envejecían.

Hurd, (1990) [23], también señala que incluso las personas mayores que gastan sus activos financieros no relacionados con la vivienda durante la jubilación, al parecer optan por mantener su patrimonio inmobiliario.

Los estudios de Skinner, (1989) [24], Engelhart, (1996), [25] y Levin, (1998) [26], también observaron que el patrimonio inmobiliario no parece afectar al consumo y a las decisiones de ahorro de los ancianos propietarios.

Varios estudios han discutido la naturaleza de la equidad de la vivienda de los ancianos desde varios ángulos. Primero, la mayoría de los ancianos tienen un fuerte apego a su hogar y para ellos el hogar es un recurso emocional y psicológico (Gibler y Rabianski, 1993, [27]). En segundo lugar, los altos costes de transacción asociados con la venta de una propiedad residencial también desalientan a los ancianos de transferir la riqueza de la vivienda al consumo. En tercer lugar, la mayoría de los jubilados no consideran la riqueza de la vivienda como un activo fungible. Consideran su casa simplemente como un lugar para vivir y, por lo tanto, no toman decisiones de consumo basadas en ese activo (Walker, 2003, [28]).

En resumen, muchos de los estudios de investigación enumerados anteriormente han demostrado que los propietarios de viviendas de edad avanzada tienen un fuerte apego psicológico a sus hogares y desean permanecer allí el mayor tiempo posible. Si esto es cierto, entonces las hipotecas inversas, que brindan liquidez adicional a los propietarios ancianos y les permiten continuar viviendo en sus hogares, podrían ser una gran medida para mejorar el bienestar de este colectivo.

En cuanto al **mercado potencial de las hipotecas inversas**, el concepto de usar una propiedad residencial para complementar los ingresos de la jubilación a través de una hipoteca inversa ha sido objeto de investigación desde la década de 1960 en los Estados Unidos (Scholen y Chen, 1980 [29]).

Los resultados de la mayoría de estos estudios han demostrado que liquidar la vivienda a través de una hipoteca inversa puede reducir significativamente el número de ancianos en la pobreza; así, Mayer y Simons, 1994, [30]; Merrill y otros, 1994, [31]; Morgan y otros, 1996, [32]; Rasmussen y otros, 1996, [33]; Kuttly, 1998, [34] y Fratantoni, 1999, [35], han proporcionado evidencia de una fuerte demanda de hipotecas inversas entre propietarios ancianos en los Estados Unidos.

Mitchel y Piggott, (2004), [36], en un estudio de investigación exploraron la factibilidad del desarrollo del mercado de las hipotecas inversas en Japón, llegando a varios resultados: mostraron que Japón ofrece un entorno propicio para el desarrollo, implementación y fomento de las hipotecas inversas y concluyeron que el uso de hipotecas inversas podría aliviar algunas de las tensiones financieras que el envejecimiento de la población está imponiendo a la economía japonesa.

El *Consejo Nacional sobre Envejecimiento* de los Estados Unidos, en 2004, en un informe [37], hizo estimaciones del número de personas mayores que podrían beneficiarse de las hipotecas inversas y del ahorro potencial en medicamentos y recomendaciones en la promoción de su uso. El informe de investigación se basó en datos de propiedad de 20.329 titulares actuales de hipotecas inversas y su comparación con datos disponibles al público de la *Encuesta de Vivienda Estadounidense de 2001 de la Oficina del Censo de los Estados Unidos*. Los hallazgos clave del informe fueron: (i), casi la mitad (48 %) de los propietarios de viviendas de 62 años o más (13,2 millones) son candidatos para utilizar una hipoteca inversa para el cuidado a largo plazo en el hogar. Liquidando su vivienda a través de hipotecas inversas, estos candidatos serían capaces de acceder a 953 mil millones de USD a través de hipotecas de préstamo de conversión de capital; (ii) los hogares más viejos podrían recibir un promedio de 72.128 USD mediante esta hipoteca de conversión para cubrir necesidades inmediatas,

(iii) popularizar las hipotecas inversas podría ahorrar al seguro de salud estadounidense (Medicaid) de 3,3 mil millones a 5 mil millones de USD anuales (datos proyectados para 2010), lo que representa del 6 al 9 % del total anual presupuestado de gastos de este seguro.

Rachel Onga (2008) [38], investigó en qué medida las hipotecas inversas pueden mejorar el bienestar económico de los propietarios de viviendas en Australia de edad avanzada. Los resultados de este documento indican que el alcance de las hipotecas inversas para mejorar el bienestar económico es considerable en ese país.

En la India, la cantidad de artículos y estudios basados en proyecciones demográficas y estudios han indicado un gran potencial para la hipoteca inversa, así, Bardhan y Barua, 2003 [39]; Rajagopalan, 2006 [40]; Celent, 2008 [41], Tripathi, 2009 [42] y Venkataraman y Mishra 2013 [43]; han defendido firmemente la popularización de la hipoteca inversa como una importante opción de financiación de jubilación para la creciente población de adultos mayores en la India.

Otro aspecto importante sobre el que se han hecho numerosas investigaciones es el relacionado con el **riesgo, valoración y seguros derivados de la hipoteca inversa**. Así, una característica importante del diseño de la misma es que el prestatario o herederos legales nunca deben deberle al prestamista más del valor de reventa de la casa. Esto es conocido como cláusula de “no recurso” en el contrato de préstamo.

Debido a esta cláusula, el éxito del producto dependerá de los niveles futuros de deuda hipotecaria y de los valores de la propiedad. Sin embargo, esta característica a menudo da lugar a preocupaciones de “selección adversa y riesgo moral”. El *riesgo moral* surge cuando se cree que un prestatario puede tener poco o ningún incentivo para mantener la propiedad, una vez que el saldo del préstamo acumulado se aproxime al valor de la misma. Por otro lado, el *riesgo de selección adversa* surge debido a la creencia de que la opción de la hipoteca inversa es utilizada principalmente por los propietarios de viviendas que se espera que vivan demasiado tiempo. Durante todo este período, la mayoría de los saldos del préstamo crecerán más que el valor de la propiedad, causando pérdidas para el prestamista. Algunos de los estudios han mostrado preocupación porque la selección adversa y el riesgo moral operarían de manera tal que cause una posible pérdida al prestamista reduciendo el valor de la garantía por debajo de los saldos del préstamo en la fecha de vencimiento. Los prestamistas limitarían así el total de los préstamos o cobrarían una prima para contrarrestar ese “*riesgo moral y/o de selección adversa*”, (Miceli y Sirmans, 1994, [44]; Shiller y Weiss, 1998, [45]; Caplin, 2002, [46]).

Estudios de Rodda, Herbert y Lam, (2000), [47]; Rodda, Youn, Ly, Rodger y Thompson, (2003), [48] y Rodda, Lam y Youn (2004), [49], proporcionan análisis de los riesgos asociados a los préstamos hipotecarios inversos.

Boehm y Ehrhardt, (1994), [50], desarrollaron un modelo de valoración que cuantificaba el riesgo de tipo de interés inherente en el tipo de interés fijo de las hipotecas inversas, mostrando que este riesgo en estas hipotecas era mayor que el de un bono típico o que el de una hipoteca normal, concluyendo que el prestamista, en este tipo de operaciones, debe considerar los cambios que se produzcan en los tipos de interés.

K. G. Nishimura, (2010), [51], vicegobernador del Banco de Japón, en un documento de investigación, encontró una alta correlación internacional entre burbujas del mercado de activos y cambios demográficos. Japón, Estados Unidos, España e Irlanda son ejemplos de países recientemente afectados por la crisis financiera.

Por otro lado, en la literatura en torno a las **experiencias de los prestatarios y los prestamistas con las hipotecas inversas**, es considerable la cantidad de investigaciones (sobre todo en los Estados Unidos), para identificar los problemas que podría limitar el uso de la hipoteca inversa para las personas mayores (Rodda y otros, 2000, [52], Caplin, 2000, [53]). Estos, suelen incluir: los altos costes del préstamo por adelantado, los límites sobre el tamaño máximo del préstamo, la falta de información y conocimiento del producto, que conduce a ideas erróneas sobre las características del mismo. La mayoría sugiere que abordar estos problemas podría aumentar el atractivo de la inversión en este tipo de hipotecas para los jubilados.

En el Reino Unido, una de las principales razones encontradas para la renuncia a utilizar la hipoteca inversa se encuentra en la pérdida del derecho a la manutención del ingreso estatal y otros beneficios que pueden ser retenidos de un ciudadano del Reino Unido que utiliza este servicio de préstamo (Huan y otros, 2002) [54].

Mitchell y Piggott, (2004), [36], en un estudio de investigación, concluyeron que estos productos serán atractivos solo cuando la infraestructura regulatoria dentro de la cual operan se desarrolle adecuadamente.

Chia y Tsui, (2005), [55], al evaluar la viabilidad de la hipoteca inversa en Singapur, concluyeron que aspectos sociales tales como dejar un legado y dimensiones psicológicas, como la reticencia a hipotecar la casa son obstáculos importantes para el éxito de la hipoteca inversa. Si tales normas sociales y psicológicas continúan prevaleciendo, la demanda de hipotecas inversas puede permanecer escasa, incluso con el apoyo del gobierno.

Kang, (2010), [56], usó datos empíricos para mostrar un alto crecimiento de las hipotecas inversas en los Estados Unidos en la última década, llegando a la conclusión de que las hipotecas inversas han crecido sustancialmente en popularidad, aunque el crecimiento se ha ralentizado en los últimos años.

Finalmente, un sector de los estudios de investigación en la materia, se han concentrado en los **factores demográficos y las elecciones de las características del producto**, en términos de edad, sexo, ingresos, valor de la propiedad, localización de la misma, composición familiar, etc... y si esas características tienen algún efecto en la elección del producto y las características que lo acompañan (Case y Schnare, (1994), [57], McConaghy, (2004), [58], Shan, (2009), [59], Davidoff y otros, [60]).

Si bien hay un considerable trabajo de investigación sobre los diversos aspectos de las hipotecas inversas, la mayor parte de las investigaciones y trabajos se han realizado en los Estados Unidos, India y Gran Bretaña.

Aunque entraremos en detalle más adelante sobre los motivos, en España no se ha realizado ningún trabajo importante para obtener la opinión de las personas mayores que son susceptibles de este producto financiero y prácticamente no hay información sobre el nivel de conciencia y su planificación de la jubilación así como de las fuentes de información sobre este tipo de préstamo, su actitud hacia la independencia financiera y el motivo de la deuda, sus temores sobre el producto y su forma de pensar sobre sus diversos aspectos sociales, culturales y económicos. Además, no se ha realizado ningún estudio para centrarse en el lado de la oferta de la hipoteca inversa. En este contexto, sería importante estudiar las percepciones de las instituciones que están asociadas con el suministro de este tipo de préstamos hipotecarios.

### 7.3. Orígenes y antecedentes. Desarrollo y situación en algunos países.

El problema de la insuficiente liquidez después de la jubilación no es un fenómeno reciente; según Huan y Mahoney [61], hace casi 400 años, inversores europeos solían comprar las viviendas de personas mayores proporcionándoles así liquidez inmediata y permitiéndoles permanecer en su hogar libres de renta durante el resto de sus días.

Durante el resto de la historia moderna a partir de aquellos años, en general, el desarrollo de estos productos ha sido escaso y es a partir de la segunda mitad del siglo pasado cuando se han comenzado a desarrollar y fomentar, por parte de algunos países, la expansión de estos programas.

El resto de la sección está dedicada a analizar los casos de aquellos países donde la hipoteca inversa se encuentra más implantada y son los más representativos de las tendencias, condiciones contractuales, modalidades y cifras de negocio (Sánchez Álvarez, (2007) [62]):

#### ● ESTADOS UNIDOS:

En 1961, el primer préstamo de hipoteca inversa se otorgó a la residente de Portland, Maine, Nellie Young, viuda en dificultades para llegar a fin de mes. A través de la generosidad de Nelson Haynes de *Deering Savings and Loan*, este préstamo fue creado específicamente para ella. Sin embargo, el momento clave para el desarrollo

de las hipotecas inversas fue en 1989, cuando el Congreso autorizó un programa piloto con 2500 hipotecas inversas al Departamento de Viviendas y Desarrollo Urbano (HUD)<sup>2</sup>. Durante los primeros años, el número de hipotecas inversas creció lentamente, pero a partir de 2002, impulsado por la favorable coyuntura de los tipos de interés, el producto experimentó un ascenso notable [62]. El siguiente cuadro muestra las estadísticas del año 2017 con respecto al número de hipotecas inversas concedidas, el promedio de préstamo, el tipo de interés y la cantidad total financiada:

Nº de hipotecas inversas	Importe total (miles de millones de USD)	Importe medio del principal	Tipo de interés medio
55.332	10.600	191.793 USD	4,585 %

CUADRO 7.1: Estadísticas año 2017 de las hipotecas inversas en los EEUU.

Fuente: *www.reversemortgages.com*

Como señala Henar Álvarez [14], en los Estados Unidos, el mercado de las hipotecas inversas está dominado por el programa federal HECM (*Home Equity Conversion Mortgage*)<sup>3</sup>, que se caracteriza por la intervención de la administración pública, introduciéndose una garantía federal y siendo el único tipo de hipoteca inversa asegurada por el gobierno federal, en concreto por la *Administración Federal de la Vivienda*<sup>4</sup> y por la *Asociación Federal Nacional Hipotecaria Estadounidense*.<sup>5</sup> Las HECM suelen otorgar anticipos más altos, suelen dar más dinero y son más flexibles “en cuanto a la forma en la que se entrega el dinero”. Aparte de las HECM, otras hipotecas inversas que se dan en los EEUU son el *Deferred Payment Loan* o el *Property Tax Deferral*<sup>6</sup>.

Ya hemos señalado anteriormente, cuando revisamos la literatura, el grado de avance en el desarrollo e implantación de este producto financiero en los Estados Unidos. Debido a esto, la flexibilidad del sistema hace que el solicitante de una hipoteca pueda elegir entre varias posibilidades a la hora de percibir el dinero:

- recibir la suma total de forma inmediata,
- disponer de una línea de crédito que le permita adquirir efectivo cuando lo desee y hasta que agote el préstamo,
- cobrar una mensualidad (durante un número de años o bien hasta su fallecimiento o bien hasta que deje de habitar en la vivienda),
- una combinación las anteriores.

#### ● REINO UNIDO:

En Inglaterra, fue durante el crash de 1929, cuando se creó un nuevo producto financiero con el mismo nombre ‘*home-equity reversion*’ y que podría considerarse lo más parecido al producto financiero que, a partir del año 1965 comenzaron a existir tal y como las conocemos hoy.

Se pueden clasificar en dos grandes grupos: las *lifetime mortgages*, o hipotecas inversas propiamente dichas, donde la entidad financiera concede un préstamo, que al igual que en los Estados Unidos, abona mediante un único pago o una renta periódica y los *home reversion plans*, o venta total o parcial de la vivienda, donde el cliente vende la vivienda (o una parte de la misma) a una entidad financiera que permite al vendedor y su cónyuge continuar viviendo el resto de su vida en el inmueble.

Desde finales de 2004, el gobierno británico ha regulado las hipotecas inversas a través de la FSA (FINANCIAL SERVICES AUTHORITY), estableciendo normas que fomenten la claridad y transparencia informativa con el fin de mejorar la comparación entre las diversas opciones y promocionar las buenas prácticas comerciales.

<sup>2</sup>Housing and Urban Development.

<sup>3</sup>Hipoteca de Conversión del Valor Acumulado de la Vivienda.

<sup>4</sup>FHA: Federal Housing Administration.

<sup>5</sup>La *Fannie Mae*, que representa el 90 % del mercado de las hipotecas inversas, exigiendo el cumplimiento de unos requisitos para su concesión, mientras que el 10 % restante se realiza mediante hipotecas inversas patrimoniales, las llamadas *Home Keeper*.

<sup>6</sup>DPL en sus siglas en inglés (préstamo de pago diferido) y PTD en sus siglas en inglés (Prórroga del pago del impuesto a la propiedad).



En el Reino Unido, el mercado de hipotecas inversas está controlado casi en su totalidad por dos entidades con cuotas similares que suponen el 90 % del mercado: Northern Rock y Norwich Union (del grupo Aviva), no obstante, la comercialización de este producto sigue los cauces tradicionales del crédito hipotecario, es decir, la mitad se vende a través de entidades de crédito y el resto, a través de intermediarios.

Entre los requisitos para el acceso a este producto, por ejemplo, el beneficiario debe ser propietario de una vivienda cuyo valor mínimo exigido suele ser 40.000 libras y la edad mínima es de 60 años en el caso de Northern Rock y de 55 años, en el caso de Norwich Union.

A continuación se reproduce un extracto del *Financial Times* donde se pone de manifiesto que el rápido crecimiento del sector de las hipotecas inversas puede ser la respuesta para una población que se enfrenta a cada vez más elevadas ‘presiones financieras’.

**CUATRO RAZONES POR LAS CUALES LAS HIPOTECAS INVERSAS EN EL REINO UNIDO VAN A CRECER.**

(*Four Reasons why UK equity release mortgages will boom – July, 2017*).

en: <https://www.ft.com/content/50412c3c-7066-11e7-93ff-99f383b09ff9>

[...] El rápido crecimiento, 34 % en 2016, de las llamadas hipotecas inversas (*equity release mortgages*), hace que este rincón del mercado, aún relativamente pequeño, con menos de 2.2 mil millones de libras durante el 2016, (el mercado de "hipotecas inversas" de los Estados Unidos es cinco veces mayor en tamaño), esté a punto de experimentar un ‘boom’. Ahora que los grandes operadores, incluidos Legal & General, Santander y Nationwide, están tratando de desafiar el dominio de Aviva, el crecimiento parece acelerarse y algunos pronostican un valor de mercado de 20.000 millones de libras en este sector.

El razonamiento es simple: con la población británica enfrentándose a presiones financieras en varias áreas, desde un endeudamiento creciente hasta los desafíos de la vejez, las aseguradoras y los bancos consideran que la liberación de capital podría ser la respuesta. Un valor estimado de 1.700 millones de libras o hasta 340.000 libras de capital por hogar, está concentrado en propiedades de personas mayores de 65 años, gran parte concentradas en el sureste de Inglaterra.

Una hipoteca de liberación de capital típica, que se retira a la edad de 65 años, podría otorgar el 25 por ciento del valor de la vivienda por adelantado, y el principal y los intereses compuestos solo se reembolsarán al fallecimiento mediante la venta de la casa. El patrimonio también se puede liberar en un formato de reducción de ingresos.

Claramente hay peligros: en la década de 1980, cuando hubo un ‘mini-boom’ anterior en la publicación de acciones en el Reino Unido, las malas ventas abundaron, los costes eran altos y los productos se diseñaron para que un prestatario pudiera fácilmente obtener una equidad negativa: transferir una deuda a los hijos. La industria renacida hoy, parece más sensible a los riesgos de ventas erróneas pasadas, pero los tipos de interés aún son altos, en promedio alrededor del 5,5 %, en relación con las hipotecas normales. Según las siguientes razones, hace que se avecine un auge:

**Brecha de pensiones:** en mayo, el Foro Económico Mundial advirtió que el Reino Unido tenía una de las mayores brechas de pensiones en el mundo. Dicha brecha, definida como la escasez de dinero necesaria para que un jubilado mantenga sus ingresos, se calculó en el 70 % de los niveles previos a la jubilación, en 25.000 millones de libras y recomendó un aumento más rápido en la edad de jubilación. (*Continúa en la siguiente página*).

El gobierno ha respondido debidamente anunciando que la edad de jubilación aumentaría a 68 años para cualquier persona nacida después de 1970. Sin embargo, seguirá existiendo una gran brecha, un terreno fértil para que las aseguradoras vendan hipotecas inversas.

**Atención a la vejez:** la prestación de atención a la vejez fue un gran tema de campaña en las recientes elecciones generales. Se ha culpado a la política tory frustrada sobre el tema por perder al partido su mayoría en el gobierno. El manifiesto conservador dijo que no habría límite en los costos de atención, con activos personales superiores a £ 100,000, incluido el valor de una vivienda, que se utilizarán para financiar las necesidades de atención social en la vejez. A pesar de que el partido se remonta a la idea de no capitalizar, los expertos creen que las personas tendrán que asumir más responsabilidad para financiar su propia atención de vejez en el futuro. Las aseguradoras ven esto como una oportunidad obvia para las hipotecas de liberación de capital.

**Brecha hipotecaria sólo de interés:** como informó FT Money durante el fin de semana, algunos consideran las hipotecas de interés solamente como una "bomba de relojería", dado que muchos de los que las sacaron durante los booms en los años 90 y principios de los 2000 no tienen ningún plan. Para devolver el capital que tomaron prestado. De acuerdo con los últimos datos, alrededor del 20 por ciento de las hipotecas del Reino Unido son solo de interés. Los bancos y las sociedades de construcción están preocupados por las posibles consecuencias cuando las hipotecas de los prestatarios de solo interés terminan por comercializar la liberación de capital como una solución. Santander es uno de los que se han asociado con Legal General para hacer que los préstamos de liberación de capital estén disponibles para sus clientes. Algunos ven una oportunidad de hipoteca por separado en las personas que liberan capital de sus hogares antes de morir para ayudar a los niños o nietos a subir a la escalera de la vivienda.

**Libertades de anualidades:** durante los últimos dos años, los jubilados del Reino Unido no se han visto obligados a comprar una anualidad (o ingresos de por vida) con sus fondos de pensiones. A algunos les preocupa que un gran número de personas cobren en montos, los gasten de manera imprudente y luego se encuentren con ingresos insuficientes en la vejez. Las aseguradoras señalan el ejemplo de Australia, que ha comenzado a revertir las libertades de pensión, luego de que se desarrollara un escenario similar. Esto, a su vez, podría ser otra oportunidad de negocio para los prestamistas hipotecarios de lanzamiento de capital.

● FRANCIA:

En Francia, el Derecho de este país, introdujo la hipoteca inversa en 2006 mediante la *Ordonnance núm. 2006-346, 23 mars, relative aux sûretés*<sup>7</sup>, que regula esta figura, aunque allí se conoce como *prêt viager hypothécaire* (préstamo vitalicio hipotecario).

Su regulación se inspira en el modelo americano y aunque la ordenanza entró en vigor el 25 de marzo de 2006, no fue hasta diciembre cuando se publicó un decreto que recogía la regulación de ciertos aspectos y que precisaba ciertas modalidades de funcionamiento. Estas modalidades eran relativas, sobre todo, al reembolso anticipado de la hipoteca inversa por parte del deudor, *previando la posibilidad de que se reembolse total o parcialmente el préstamo*.

La proximidad con nuestro ordenamiento jurídico hace que la mayoría de los aspectos regulados coincida con los regulados por la legislación española, por ejemplo y al igual que en nuestro caso, el legislador francés obliga a que la hipoteca inversa se constituya sobre la vivienda habitual del deudor y, de forma similar a España, la oferta que otorgue la entidad financiera debe contener los siguientes elementos: 1) la identidad de las partes y la fecha de la aceptación de la oferta, 2) la duración de la oferta, 3) la designación exacta del bien hipotecado, 4) el valor del bien hipotecado de acuerdo con la tasación de un perito elegido por ambas partes y 4), la naturaleza del préstamo y sus modalidades de la percepción de las cantidades.

<sup>7</sup> *Journal Officiel* de 24 de marzo.

Una de las diferencias que resulta llamativa, entre otras, con la legislación española es que en Francia, en caso de que fallezca el deudor y no tenga herederos, el bien puede atribuirse a la entidad acreedora, bien por atribución judicial o bien en virtud de pacto comisorio (artículo L. 314-3), pudiendo el acreedor proceder a la venta del inmueble, según recoge [14].

#### ● CANADÁ:

Desde que en 1986 la hipoteca inversa inició su andadura en el mercado canadiense y hasta 2006, las operaciones realizadas fueron muy reducidas. Una posible explicación a tan bajo desarrollo pueda deberse a lo poco elevado de los precios de las viviendas, a la cuantía desahogada de las pensiones y a equilibrada la estructura demográfica del país (Jachiet y otros, 2007, [63]). Sin embargo, en los últimos años ha crecido el interés en este producto por parte de los *baby boomers* canadienses. En el siguiente gráfico se observa la evolución desde el año 2010, donde apenas se superaban los 500 millones de dólares canadienses en préstamos de este tipo, hasta septiembre de 2018, donde la cifra supera ya los 3.000 millones de dólares. Sin embargo, la verdadera explosión se produjo en noviembre de 2017 cuando el Banco Nacional adquirió 427 millones de dólares en deuda de hipotecas inversas.

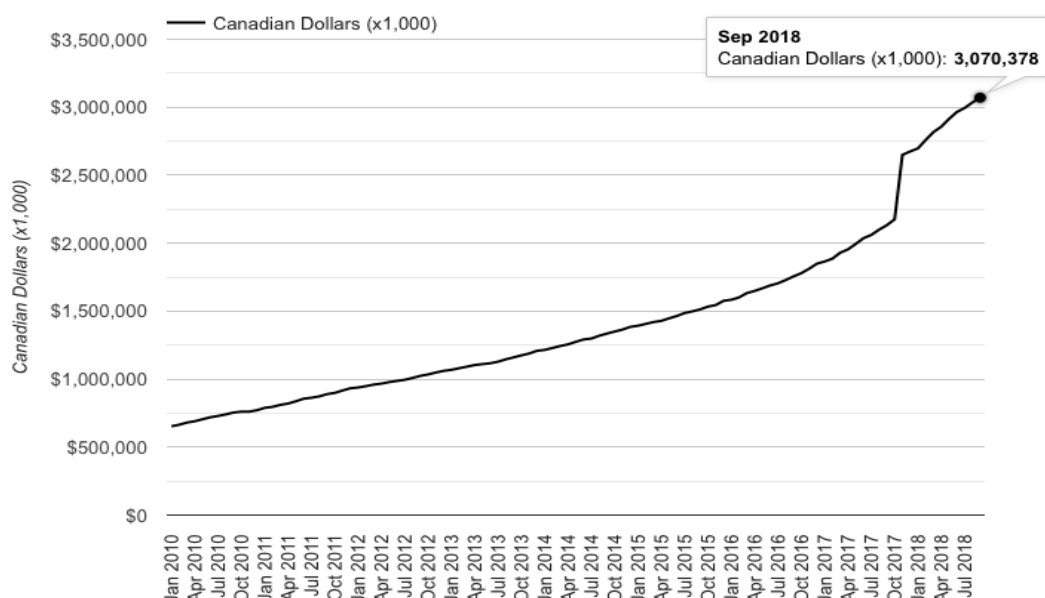


FIGURA 7.1: Total de la deuda en hipotecas inversas sostenida por instituciones financieras reguladas (en dólares canadienses)  
(Fuente: <https://betterdwelling.com/canadian-reverse-mortgage-debt-tops-3-07-billion/>)

Aunque no existe una edad legal de referencia, la mínima está en, al menos, 55 años; se debe ser propietario de la vivienda, siendo ésta la residencia principal, lo cual significa que se debe habitar en ella al menos seis meses al año y se suele financiar entre un 10 % y un 40 % del valor de la propiedad (cuantía mucho menor que en el caso de las hipotecas tradicionales). La modalidad de percepción es, al igual que hemos visto en casos anteriores o bien mediante la cantidad de una vez o una parte al principio y el resto, en disposiciones temporales. El prestatario le puede dar el uso que desee al dinero, lo cual puede ir desde reparaciones y mejoras del inmueble hasta el pago de facturas, cobertura de gastos médicos o pago de otras deudas.

Una característica que se da en Canadá y que no se contempla en otros países, es la *posibilidad de solicitar la hipoteca inversa no solo sobre la vivienda que constituya la residencia, sino también sobre el negocio del deudor*.

#### ● AUSTRALIA:

Hasta el año 2002, en este país apenas existían productos que permitieran convertir el patrimonio inmobiliario en liquidez. Sin embargo, en Australia también está incrementando la población envejecida, de hecho, los habitantes mayores de 60 años han pasado del 13,1 % en 1971 hasta el 17,7 % en 2005, siendo en este año cuando más de 10.000 australianos accedieron a una hipoteca inversa<sup>8</sup> y de solo 3 productos relacionados con

<sup>8</sup>[www.bluestoneequityrelease.com.au](http://www.bluestoneequityrelease.com.au)

la hipoteca inversa se ha pasado a más de 15<sup>9</sup>[64].

Según esta entidad, se suele financiar entre un 15 % y un 20 % del valor de la propiedad para solicitantes de 60 años, incrementándose el ratio en el 1 % con la edad del prestatario.

• NUEVA ZELANDA:

Al igual que en Australia, este sector ha experimentado un rápido crecimiento a partir del año 2004, sin embargo, los primeros productos pioneros datan de principios de los años 90, cuando la *Housing Corporation of New Zealand* inició un programa piloto de conversión de activos inmobiliarios en liquidez denominado *Helping Land Loans*, cuyo objetivo era evaluar el desarrollo de estos productos en el país. Sin embargo, los cambios en la política de vivienda en 1991 hicieron desaparecer el programa, si bien quedó constancia de su aceptación, lo que permitió desarrollar estos productos. A partir de aquí, la difusión de este vehículo de financiación fue muy lenta, aunque los beneficiarios señalaban su satisfacción con el producto. Actualmente, la entidad financiera *Heartland Bank* domina el mercado de hipotecas inversas en Nueva Zelanda, con alrededor del 60 % de cuota de mercado<sup>10</sup>.

En el siguiente cuadro se observa la edad mínima para poder optar a una hipoteca inversa se establece en los 60 años y acorde a esta edad, el porcentaje máximo del valor del inmueble que se concede, de forma similar al caso australiano, el porcentaje aumenta a una tasa del 1 % con la edad:

Edad	60	65	70	75	80	85
% máximo del valor del inmueble	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %

• JAPÓN:

El mercado de hipotecas inversas se lanzó en Japón en 1981 con el establecimiento de un negocio de financiación de la asistencia social por parte de Musashino City, un suburbio de Tokio. Más tarde, se desarrollaron dos métodos diferentes, el método directo mediante el cual el gobierno local proporcionó directamente el préstamo y el método indirecto mediante el cual el gobierno local se asociaría con una institución financiera para proporcionar el préstamo. Sin embargo, el programa no se usó mucho y, en 2002, el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar lanzó, a través de los consejos de bienestar social de las prefecturas, un programa de préstamos respaldados por bienes raíces para gastos de subsistencia, y en 2007 lanzó otra versión del programa, dirigido a hogares que requieren cuidados a largo plazo, con el propósito de ajustar las condiciones para recibir beneficios de bienestar social. En consecuencia, la mayoría de los gobiernos locales han suspendido sus propios programas. Debido a que cuando una agencia gubernamental es el prestamista, el propósito es cubrir este déficit en el ingreso diario, normalmente el préstamo se desembolsa en pagos de tenencia, similar a una pensión.

En el sector privado, Shokusan Bank (ahora Kirayaka Bank) comenzó a manejar hipotecas revertidas en junio de 1995. Chuo Mitsui Trust and Banking (ahora Sumitomo Mitsui Trust Bank) y Tokyo Star Bank comenzaron a manejarlas en 2005, y Gunma Bank y Seibu Shinkin Banco también están ahora en el mercado (Kojima, 2013 [65]).

En referencia al resto de algunos países de la Unión Europea, la hipoteca inversa esta bastante implantada en Dinamarca, Finlandia, Irlanda, Noruega, Suecia, Bélgica y Países Bajos, en éste último, por ejemplo, tiene gran aceptación, a pesar de que no goza de ventajas fiscales.

<sup>9</sup>Según datos de la Australian Securities and Investments Commission (ASIC)

<sup>10</sup><http://www.sharechat.co.nz/article/ce162536/heartland-keen-to-beef-up-profitable-1-blreverse-mortgage-book.html>

## 7.4. Aspectos formales de la figura de la hipoteca inversa en España.

### 7.4.1. Definición y requisitos.

Bajo el título “REGULACIÓN RELATIVA A LA HIPOTECA INVERSA”, la Disposición adicional primera de la Ley 41/2007<sup>11</sup> define ésta como *el préstamo o crédito garantizado mediante hipoteca sobre un bien inmueble que constituya la vivienda habitual del solicitante y siempre que cumplan los siguientes requisitos:*

- a) *que el solicitante y los beneficiarios que éste pueda designar sean personas de edad igual o superior a los 65 años o afectadas de dependencia o personas a las que se les haya reconocido un grado de discapacidad igual o superior al 33 por ciento,*
- b) *que el deudor disponga del importe del préstamo o crédito mediante disposiciones periódicas o únicas,*
- c) *que la deuda sólo sea exigible por el acreedor y la garantía ejecutable cuando fallezca el prestatario o, si así se estipula en el contrato, cuando fallezca el último de los beneficiarios,*
- d) *que la vivienda hipotecada haya sido tasada y asegurada contra daños de acuerdo con los términos y los requisitos que se establecen en los artículos 7 y 8 de la Ley 2/1981, de 25 de marzo, de Regulación del Mercado Hipotecario.*

Fue esta ley antes citada, mediante la cual se abordó una amplia reforma del mercado hipotecario en España, la que reguló jurídicamente la *hipoteca inversa* por primera vez en nuestro país.

A pesar de que se trata de una figura que ya venía siendo comercializada, la falta de un marco jurídico adecuado para su regulación era una necesidad demandada por los agentes que operan en el mercado hipotecario (Ortiz de Juan, 2008, [66]); de este modo, la mencionada disposición adicional primera de dicha ley prevé un régimen jurídico específico para las hipotecas inversas que reúnan los requisitos vistos anteriormente y cuyo cumplimiento permitirá disfrutar de determinados beneficios fiscales y arancelarios [14]. Sin embargo, la actual regulación no es exclusiva, ya que en la práctica pueden existir otras hipotecas inversas que no reúnan estos requisitos, aunque tendrán el inconveniente de no poder acceder a los citados beneficios.

Aunque la definición *per se* que aporta la mencionada Ley 41/2007 queda recogido el concepto, una hipoteca inversa no deja de ser un préstamo o crédito con garantía hipotecaria mediante el cual se determina el pago de un capital que el deudor puede recibir de tres formas: I), mediante un único pago; II), mediante una renta fija de por vida y III), mediante una combinación de ambas. La pregunta más inmediata que podrá surgir es: ¿qué pasa en el momento del fallecimiento del deudor (o del último beneficiario, si se ha recogido previamente en el contrato)? Pues que los herederos podrán elegir pagar las deudas pendientes y conservar así la propiedad del inmueble, o solicitar al acreedor la ejecución de la garantía, quedando para ellos la cantidad sobrante. De acuerdo con Martínez Escribano, (2009), [67], la denominación se corresponde con la terminología estadounidense, ‘reverse mortgage’, aunque las entidades financieras suelen designarla con otros nombres [...] como ‘complemento hipotecario’, ‘hipoteca pensión’ o ‘pensión hipotecaria’, sin embargo, tal y como apunta el autor, esas denominaciones no son del todo correctas, pues lo que se recibe es un capital mediante disposiciones periódicas, no una *renta o pensión*.

### 7.4.2. Estructura.

Partiendo de la base de que una hipoteca inversa es un elemento no exento de complejidad que consta de un contrato de préstamo con sus particularidades y una garantía hipotecaria, el negocio jurídico que la envuelve cabría separarlo en diferentes elementos:

#### ■ ELEMENTOS SUBJETIVOS Y OBJETIVOS:

<sup>11</sup>B.O.E: Ley 41/2007, de 7 de diciembre, por la que se modifica la Ley 2/1981, de 25 de marzo, de Regulación del Mercado Hipotecario y otras normas del sistema hipotecario y financiero, de regulación de las hipotecas inversas y el seguro de dependencia y por la que se establece determinada norma tributaria.

Nos referiremos aquí a las exigencias legales que han de ser definidas acorde con la legislación aplicada:

**a) Sujetos:**

✓ *a.1) Acreedor hipotecario:* según la ley serán las entidades de crédito y las entidades aseguradoras autorizadas para operar en España, las únicas que puedan conceder préstamos con garantía de hipoteca inversa.

✓ *a.2) Deudor:* de acuerdo a la regulación legal, el deudor debe ser, por un lado, el propietario de la vivienda (lógico, incluso si fueran los cónyuges los titulares) y por otro, mayor de 65 años o padecer dependencia severa o gran dependencia. No parece lógico una edad inferior porque A) es a partir de la jubilación cuando se empieza a cobrar la pensión y por tanto, cuando se necesitaría esa opción de liquidez y B) porque, como dice Martínez Escribano, (2009), *probablemente, el acreedor rechazará la operación si las expectativas de vida son muy elevadas*, ya que en ese caso, peligrará la rentabilidad del préstamo. Incluso en el caso de dependencia severa, la entidad acreedora sólo concedería el préstamo si el estado de salud del afectado conlleva a hacerles pensar en *unas reducidas expectativas de vida*.

✓ *a.3) Beneficiario:* según [Martínez Escribano], el beneficiario no es estrictamente uno de los sujetos de la hipoteca inversa, sino del préstamo garantizado con ella. El beneficiario no constituye la garantía, ni responde con su propio patrimonio de la devolución del préstamo, pero si el deudor fallece antes que él, percibirá cantidades análogas a las que recibía el deudor hasta el momento de su fallecimiento. De este modo, puede haber uno o varios beneficiarios, y todos ellos deben cumplir con los requisitos según la ley y aunque ésta no exige que el beneficiario guarde relación de parentesco con el deudor, lo lógico es que así sea, dado que lo normal es que una hipoteca inversa se constituya con el conocimiento y consentimiento de los familiares, siendo incluso proclives, las entidades financieras a ello, para evitar problemas futuros legales en cuanto a herederos.

**b) Objeto:**

El objeto del préstamo es, por un lado, el **inmueble hipotecado** y por otro, las **cantidades percibidas en concepto de préstamo**. Según la ley, el inmueble sobre el que se constituya la hipoteca inversa ha de ser *la vivienda habitual del deudor hipotecante* y aunque es posible constituir una hipoteca inversa en otro caso, se excluye la aplicación del *régimen legal establecido en la disposición adicional primera de la ley 41/2007, párrafo 10*. Cabe, no obstante, hacer una matización y es que la hipoteca inversa puede recaer sobre más de una finca registral, si se entiende como vivienda habitual no solo la vivienda '*stricto sensu*', sino también la plaza de garaje y el trastero, por ejemplo, y aunque la ley no establece ningún requisito para delimitar qué inmueble tiene la consideración de vivienda habitual, esto ha llevado a plantear casos dudosos en los que una persona pueda ser titular de varios inmuebles que cumplen la función de vivienda.

■ **CARACTERÍSTICAS DEL PRÉSTAMO:**

**a) Modalidades en la percepción:**

La citada *ley de 2007*, entre los elementos definitorios de la hipoteca inversa especifica que la *disposición del préstamo se efectúe o de forma periódica o única*. Es decir, se le permite al deudor recibir una serie de pagos mensuales y no parece, según se desprende de dicha ley, que el préstamo pueda recibirse en una línea de crédito, como sí es posible en los Estados Unidos, por ejemplo, donde incluso se puede dar una combinación de diferentes alternativas; esto es: pagos mensuales y una línea de crédito, una cantidad inicial y la apertura de una línea de crédito o una cantidad inicial y pagos mensuales. Quizás este modelo sea más flexible ya que permite ajustar la hipoteca inversa a las necesidades 'cambiantes' del deudor, haciendo además, más atractivo y accesible el producto para la tercera edad.

**b) Factores a tener en cuenta en el cálculo de la cuantía del préstamo:**

Los factores considerados a la hora de determinar el importe máximo del préstamo garantizado con la hipoteca inversa son: el valor del inmueble, la edad y el tipo de interés. A diferencia del préstamo ordinario no se tienen en cuenta los ingresos del prestatario, ya que no tiene que afrontar en vida la devolución del préstamo y aunque el resto de factores son comunes en ambos préstamos, las características propias de este producto, sobre

todo las relacionadas con el vencimiento del crédito, hace que se produzcan variaciones en los criterios para la fijación de la cantidad máxima concedida.

✓ *b.1) Valor de la vivienda:*

Este valor es la *verdadera garantía del préstamo*. ¿Por qué? Pues porque la forma de recuperación del principal, los intereses y los gastos será mediante la venta de la misma (aunque no es necesario que se proceda a ello). Así, al ser la vivienda la garantía fundamental del préstamo, la cantidad máxima a la que puede ascender dicho préstamo vendrá determinada por el valor del inmueble, siendo la tasación que se haga de extrema importancia, pues, de acuerdo con el art. 5 de la Ley reguladora del Mercado Hipotecario (que es la se aplicará, de forma genérica, a estas hipotecas), *el préstamo garantizado con la hipoteca inversa no podrá superar el 60 % del valor de tasación*.

✓ *b.2) Edad:*

La importancia de esta variable juega un papel relevante en la estructura del cálculo de la cuantía del préstamo y lo hace en sentido opuesto al de la hipoteca ordinaria, ya que, mientras en ésta última se afronta el pago con los ingresos del deudor durante la vida de éste, en la hipoteca inversa, el vencimiento del crédito y, con ello, la recuperación del principal con los intereses y gastos, no se produce hasta la muerte del deudor hipotecante o el último de los beneficiarios, siendo la vivienda (y no los ingresos que el deudor pudiera haber percibido en vida) el elemento que sirve para tal fin.

Se deduce, pues, que a mayor edad, más cerca estará la fecha ‘previsible’ del vencimiento, siendo las condiciones del préstamo hipotecario más favorables y aunque la ley fija un mínimo de 65 años para solicitar un préstamo de estas características, las entidades financieras suelen fijar otra edad mínima (y por encima del límite legal) para sus propios productos de este tipo, llegando incluso a fijar la edad en torno a los 75 años.

✓ *b.3) Interés del préstamo:*

Como hemos señalado anteriormente, la amortización negativa que garantiza el préstamo hipotecario hace que los intereses, en comparación con otros préstamos, sean más altos. Esto hace que, a medida que pasa el tiempo, y debido a los sucesivos pagos, el principal de la deuda va aumentando, y durante todo el tiempo, desde el momento en el que se entregan las cantidades hasta el vencimiento, se devengan intereses. Por todo esto, los intereses del préstamo son un elemento importante que es tenido en cuenta para calcular la cuantía máxima a la que puede ascender el principal, de forma que *éste (el principal) con aquéllos (los intereses) y los gastos de la operación sumen en total una cifra que no supere el valor de la vivienda que se hipoteca*.

✓ *b.4) Importe máximo del préstamo:*

De acuerdo con los tres elementos vistos anteriormente (valor de la vivienda, edad e interés), mediante cálculos actuariales se determina el importe máximo del principal del préstamo que será otorgado. La cuestión clave es que cuando fallezca el prestatario y se produzca el vencimiento de su obligación, el principal del préstamo más los intereses y los gastos, alcancen un valor que se corresponda con el que tiene en ese momento la vivienda hipotecada. Por lo tanto, la viabilidad de la operación está sujeta a que se pueda satisfacer de forma íntegra el importe total de la deuda con cargo a la vivienda hipotecada; para esto habrá que tener en cuenta tanto la esperanza de vida del prestatario, como la previsión sobre el comportamiento futuro de los tipos de interés (hasta la “previsible” fecha del fallecimiento, si el tipo de interés pactado es variable) y además, se deberá estimar el comportamiento futuro del precio de la vivienda, de forma que *en el momento del vencimiento del préstamo, la vivienda hipotecada sea garantía suficiente del importe total de la deuda*.

## ■ VENCIMIENTO DEL PRÉSTAMO:

*a) Fallecimiento del deudor y el seguro de renta vitalicia:*



Como señala Martínez Escribano, el vencimiento del préstamo hipotecario está sujeto a término *certus an et incertus quando*<sup>12</sup>. Es decir, en principio, sólo cuando el prestatario fallezca será exigible el pago de las cantidades debidas, de manera que si no se satisfacen, podrá ejecutarse la garantía hipotecaria. Hasta entonces, como se apunta en [Martínez Escribano], el deudor conserva la titularidad de su vivienda y tiene derecho a vivir allí, aún cuando supere las expectativas de vida conforme a las cuales se diseñó su préstamo de hipoteca inversa.

No obstante, es previsible que el fallecimiento del prestatario no se produzca en el momento estimado, sino antes o después de eso. Este riesgo se ha previsto en la práctica española con un modelo que soluciona este tipo de inconvenientes respecto a la diferencia con los cálculos de esperanza de vida efectuados y que tiene como referente el sistema adoptado en los Estados Unidos, que no es otro que la suscripción, a la par que el contrato de préstamo garantizado con hipoteca inversa, de un seguro de renta vitalicia donde el asegurador sólo asume la obligación de satisfacer la renta a partir de un determinado momento, en que el asegurado ha superado sus expectativas de vida o está próximo a hacerlo.

*b) Transmisión voluntaria de la vivienda hipotecada:*

Normalmente, la venta de la vivienda hipotecada provocará el vencimiento anticipado del crédito. Esto es lo que las entidades financieras imponen en las condiciones del contrato y aunque suponga una restricción a la libre transmisión de los inmuebles, en el caso de la hipoteca inversa se admite por razones de protección hacia los intereses del acreedor en el sentido de que si la idea de este tipo de préstamos es beneficiar a la sociedad y solventar ciertos problemas económicos de la tercera edad, deben establecerse las bases para fomentar una oferta efectiva de este producto financiero por parte de las entidades de crédito, en unos términos que permitan proteger, lo suficiente, sus intereses.

*c) Otras posibles causas de vencimiento:*

Otras circunstancias que podrían dar lugar al vencimiento anticipado de la deuda a la luz de la entrada en vigor de la ley serían las siguientes:

1) Falta de continuada ocupación de la vivienda hipotecada: aunque no existe una preocupación especial en este supuesto, la ley sí exige, como ya se ha señalado, que el inmueble hipotecado sea la residencia habitual de prestatario, sin embargo, esta exigencia no se impone con posterioridad a la firma del contrato, de hecho, falta una prohibición expresa de abandonar la residencia en ese inmueble, lo que podría dar lugar a actuaciones que burlen el sentido de la ley, de forma que una regulación más exhaustiva de este supuesto dotaría de más flexibilidad y favorecería el desarrollo de esta figura, al permitir una mejor adaptación a las necesidades y circunstancias de cada caso, reduciendo riesgos, como por ejemplo, ejecuciones forzosas ajenas a la voluntad del prestatario, ya que es habitual que se pueda perder la condición de residencia habitual por problemas de salud.

2) Arrendamiento de la vivienda hipotecada: se debe conocer tanto la existencia de un arrendamiento en el momento de constituirse la hipoteca como la intención de realizar este contrato con posterioridad, de forma que el acreedor hipotecario pueda valorar la suficiencia de la garantía hipotecaria respecto de la deuda.

3) Incumplimiento de obligaciones con preferencia legal sobre la hipoteca inversa: en nuestro ordenamiento jurídico existen otros lastres en relación con la prioridad y prelación de créditos que atentan contra la seguridad jurídica: las hipotecas legales tácitas, reconocidas por ministerio de la ley y sin necesidad de constancia registral, por tanto, como consecuencia de este régimen, puede ocurrir que la vivienda gravada con la hipoteca inversa se convierta en insuficiente para asegurar la devolución del préstamo, truncándose así la conversión del patrimonio inmobiliario en dinero líquido, ya que aparece un crédito que se antepone en el cobro al referido préstamo.

4) Incumplimiento de obligaciones con relación con el seguro: la falta de suscripción del seguro o el incumplimiento de la obligación del pago de las primas se incluye también entre las causas contractuales de vencimiento anticipado del préstamo.

<sup>12</sup>Locución latina que significa que 'se sabe que llegará el día, pero no se sabe cuándo'.

## 7.5. España y el mercado actual de la hipoteca inversa. Razones de su mala reputación

Después de que se dejaran de comercializar por la falta de interés de las entidades bancarias, las hipotecas inversas vuelven a comercializarse en España. Su retorno ha sido a través de una consultora que ya ha formalizado 10 millones de euros en operaciones<sup>13</sup>. La demanda de las hipotecas inversas, por lo tanto, existe dentro del mercado español, y la consultora 'Óptima Valores' ha llegado a un acuerdo con la entidad financiera 'BNI' para volver a lanzar este producto financiero en España, lo que demuestra que existe mercado para este vehículo de inversión en nuestro país. Tras haber alcanzado este acuerdo, Óptima Mayores promueve ahora un préstamo, que lanzó en septiembre del año pasado, por el que una persona de 75 años que hipotecara una vivienda valorada 400.000 euros, podría recibir hasta 135.000 euros a la firma u 810 euros al mes. Al echar números, resulta evidente que un instrumento de ahorro con estas características puede interesar sobre todo a los propietarios de casas de un cierto valor.<sup>14</sup>

Así, para incentivar su contratación, la ley que regula este instrumento, aprobada en 2007, prevé algunos importantes beneficios. El dinero que se obtiene en un pago único no tributa en el IRPF, ya que no se le considera renta, por tratarse de disposiciones de una cuenta de préstamo o de crédito. Además, importantes reducciones de los aranceles notariales y registrales completan las ventajas fiscales asociadas a esta herramienta; de hecho, la suscripción está exenta del Impuesto de Actos Jurídicos Documentados, un impuesto objeto de una reciente y muy sonada controversia judicial y de un real decreto que el Congreso aprobó el pasado año y se concede la reducción del 90 por ciento en los aranceles registrales. No obstante, la principal ventaja para los que se hipotecan, como hemos visto con anterioridad, sería convertir su patrimonio inmobiliario en una renta vitalicia hasta su fallecimiento.

Sin embargo, a pesar de este 'resurgimiento', la hipoteca inversa no ha llegado a cuajar en el mercado hipotecario español y desde 2007, desde que se empezó a vender su venta no ha sido muy significativa. Al inicio se vendía a través de cajas de ahorros y después en 2013 se hizo a través del BBVA, dejándolo de comercializar a mediados del año pasado. Durante el 2017 se constituyeron 31 hipotecas inversas en España, en 2016 fueron 23 hipotecas y durante 2015 se constituyeron 30 hipotecas inversas<sup>15</sup>.

Durante 2017 en el Reino Unido se realizaron unas 37.000 hipotecas, lo que supone un incremento del 41 % con respecto a 2016. Un ritmo de crecimiento de vértigo, que se refleja en un aumento de la misma proporción del total prestado que, según datos de la entidad británica Key Retirement, pasó de 2.150 millones de libras (unos 2.430 millones de euros) a 3.010 millones de libras (3.403 millones de euros).

Para explicar el fracaso de esta herramienta en España (su mejor prestación fue en 2009, cuando se contrataron 780), los expertos evocan causas distintas, tanto del lado de las entidades que podrían promoverla, como de su público objetivo. La diferencia con el Reino Unido es considerable cuando en España viven 8,8 millones de personas con edad igual o superior a 65 años, de los cuales –según el INE– el 89 % ostenta la propiedad de una vivienda, este grupo de edad tiene 600.000 millones de euros de valor de inmuebles en frente a los 120.000 millones en planes de pensiones, por eso es tan atractivo este tipo de hipoteca.

Un informe de la Fundación de Estudios Financieros (FEF) señala que el 77 % de los mayores de 60 años no ha oído hablar nunca de la hipoteca inversa. Para sus autores, las razones de su escaso éxito en España son debidas principalmente a:

- Producto de cierta complejidad y existencia de un mercado poco maduro.
- A la influencia que ha tenido la crisis inmobiliaria.

<sup>13</sup><https://www.elblogsalmon.com/productos-financieros/vuelven-hipotecas-inversas-esta-vez-para-quedarse>

<sup>14</sup><https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/9405485/09/18/Optima-Mayores-reactiva-en-Espana-las-hipotecas-inversas-para-jubilados.html>

<sup>15</sup><http://www.expansion.com/ahorro/2019/04/21/5cbc7e4b268e3e1c628b4571.html>

- La evolución del mercado de la vivienda.
- A la negativa de los herederos de asumir las cuotas de las hipotecas.
- Los gastos iniciales y los seguros adicionales que incrementan el coste de la operación.
- Desinterés de las entidades bancarias por comercializar este tipo de productos.

Parece ser que ni las entidades bancarias ni las aseguradoras están interesadas a fomentar este tipo de producto. Existen pocas entidades bancarias que estén ofreciendo las hipotecas inversas y las entidades bancarias dirigen su productos hipotecarios a la adquisición de vivienda. El punto de vista de la entidad bancaria es muy importante a la hora de obtener la rentabilidad de un producto y en este caso de obtenerla del patrimonio de los herederos de la vivienda, ante el importe desproporcionado de la deuda, han preferido ceder la vivienda. Tras la crisis financiera, las entidades bancarias tienen muchas viviendas y han encontrado una alternativa a las hipotecas inversas que son los seguros de rentas vitalicias. Sin embargo, recientemente, el Banco de España consideraba que favorecer algunos productos financieros como este tipo de créditos que otorga la hipoteca inversa, podría contribuir a reforzar la previsión individual de los ciudadanos ante el reto que supone la mayor longevidad.

En opinión del secretario general de la asociación de consumidores Adicae, Fernando Herrero<sup>16</sup>, influye también “un factor cultural por el que la gente, a su fallecimiento, no quiere dejar una vivienda con cargas y obligar a sus herederos a asumir la deuda contraída”. “Nuestra consultoría tiene una fortísima demanda de este producto”, afirma, por el contrario, Ángel Cominges, consejero delegado de Óptima Mayores, empresa especializada en hipoteca inversa. “Pero hasta ahora no lo podíamos colocar por una razón muy sencilla: ninguna entidad de crédito ni aseguradora en España quiere comercializarlo”, argumenta. Y es que, entre otras causas, las “*posibles reclamaciones y riesgos que dañan la imagen y la reputación de las entidades, así como los balances*”, se apuntan entre otras, como las causas del naufragio de la hipoteca inversa, aunque y debido a esto, la entidad impone al solicitante de una hipoteca inversa, un seguro con una elevada prima única y la posibilidad de que, si la valoración de la casa es inferior a los pagos realizados por el banco, este reclame la diferencia.

Que las barreras se sitúen más del lado de la oferta es un concepto que comparte Herrero, para el que la falta de transparencia es una de las claves. “*Al entrar en una sucursal bancaria es imposible encontrar información sobre hipotecas inversas, nunca veremos un folleto sobre ellas. Su comercialización parece secreta, mientras que algunas entidades las ofertan a través de internet, un canal poco adecuado ya que solo un porcentaje ínfimo de los internautas supera los 65 años*”, critica.

Por ello, se aconseja mirar y estudiar detenidamente no solo los costes asociados de la contratación o los productos vinculados, sino también la relación entre el precio de la vivienda en el momento de la contratación de la hipoteca inversa y la renta comprometida por la entidad. En Óptima Mayores, este ratio bruto (al que se deberán restar gastos de notaría, registro, gestoría y comisión de apertura del 1 %) oscila entre el 26 % y el 46 % en el caso de un solo titular, y entre el 23 % y el 43 % si son dos, según la edad del prestatario.

Pese a todo, las comercializadoras, prevén para la hipoteca inversa un futuro brillante, y no solo por estos incentivos y aseguran que “en pocos años alcanzaremos el volumen de Reino Unido y lo superaremos”, mostrándose convencidas de que este resultado se conseguirá a través de un producto que, como el británico, contempla también la posibilidad de recibir todo el capital prestado de una vez. Una novedad con respecto a la sola renta mensual que, en sus palabras, ha sido lo habitual en España hasta ahora.

Sea como fuere, la normativa MiFID<sup>17</sup> establece que el usuario no puede suscribir un producto de este tipo si no acredita haber sido asesorado e informado por asistentes sociales o asociaciones de consumidores que vigilen y examinen de manera independiente el perfil de los ahorradores, requerimientos de organización y conducta para los participantes en el mercado con el objetivo de mejorar la protección del inversor.

<sup>16</sup>[https://elpais.com/economia/2018/11/27/actualidad/1543322788\\_548200.amp.html?\\_twitter\\_impression=true](https://elpais.com/economia/2018/11/27/actualidad/1543322788_548200.amp.html?_twitter_impression=true)

<sup>17</sup>MiFID II: Es la Directiva 2014/65/EU relativa a los mercados de instrumentos financieros.

### 7.5.1. Controversia con Solvencia II

Tradicionalmente, las entidades aseguradoras han basado su estrategia de inversión casi exclusivamente en activos líquidos, bonos corporativos e hipotecas comerciales. Esto trajo consigo una serie de consecuencias. En primer lugar, debido a la escasez de variedad en la oferta de bonos a largo plazo, las aseguradoras acumularon una alta concentración en determinados emisores o sectores corporativos, incluyendo el sector financiero. Esta falta de oferta crediticia condujo a un descenso de la rentabilidad a largo plazo y de los márgenes de crédito. Junto a esto, la crisis financiera de 2007, trajo consigo un gran aumento del spread de crédito y una rebaja generalizada de los ratings, incluso de la deuda soberana, provocando que las aseguradoras tuviesen una gran exposición a los riesgos de crédito, sobre todo, desde el punto de vista contable.

La consecuencia inmediata fue la adopción por parte de la mayoría de aseguradoras de estrategias de inversión más conservadoras, respecto al riesgo de crédito. En la actualidad, las perspectivas económicas hoy, más de 10 años después, son algo diferentes y los desafíos a los que deben hacer ahora frente las aseguradoras son dos:

- Un entorno financiero de tipos de interés excesivamente bajos. Lo que afecta en gran medida a la oferta de rentas de larga duración, como en el caso de la hipoteca inversa.
- La escasez del suministro de crédito en un momento clave en la demanda de rentas por la generación “baby boom”, que se acercan a la jubilación.

En este contexto, en los últimos años, las entidades aseguradoras han buscado estrategias alternativas de inversión en activo de renta fija que se adecuen a sus pasivos por rentas. Las hipotecas inversas han empezado a ser una de las principales “alternativas” a las que han recurrido. Recordemos que, para la entidad, la operación conocida como hipoteca inversa cuenta con **dos partes**: la primera sería el **préstamo hipotecario (un activo)** y la segunda el **seguro de renta (un pasivo)**. Sin embargo, las hipotecas inversas se enfrentan a un problema fundamental que no tienen otros instrumentos más tradicionales como los bonos: las hipotecas inversas son activos que requieren que el tenedor realice una valoración acorde a un modelo (mark-to-model)<sup>18</sup> para determinar el “valor razonable”, según las NIIF y los balances regulatorios. Esto se debe a que su valor no se puede observar en el mercado, puesto que no cuenta con la amplitud y profundidad suficientes. La ausencia de un mercado líquido y observable significa que cada entidad debe realizar su propio modelo, con metodología e hipótesis distintas. Esto ha llevado a la adopción de diferentes enfoques de valoración en términos de:

- Valoración de garantía de “non-negative equity” (la mayoría de países anglosajones cuentan con esta característica): estocástico / Black Scholes.
- Hipótesis sobre la evolución del precio de la vivienda.
- Determinación de las tasas de descuento de los flujos de efectivo de los activos: libre de riesgo / libre de riesgo más prima de iliquidez.
- Determinación de la prima de liquidez.

De este modo, para la valoración de la hipoteca inversa se tendría que tener en cuenta la garantía “Non-Negative Equity”, en adelante, NNEG. Es decir, desde el punto de vista del proveedor esta cláusula proporciona al cliente una garantía financiera importante, que puede ser vista como una opción de venta: Si el precio de la vivienda excede el importe del préstamo entonces la opción está fuera del dinero (los herederos venderían la casa en el mercado y se quedarían la plusvalía que surgiese de la diferencia), mientras que si el valor de la casa es menor que el saldo del préstamo, la diferencia se paga al cliente (por reducción de la cantidad reembolsable en el préstamo). Para valorar este elemento se podría usar la metodología Black-Scholes, aunque teniendo en cuenta ciertas circunstancias como la evolución del precio de la vivienda, las tasa de mortalidad y de rescate

<sup>18</sup>Mark-to-model es un método de fijación de precios para una posición de inversión o cartera específica basada en supuestos internos o modelos financieros. Esto contrasta con las valoraciones tradicionales de marca a mercado, en las cuales los precios de mercado se utilizan para calcular valores, así como las pérdidas o ganancias en las posiciones. Los activos que deben estar marcados según el modelo no tienen un mercado regular que ofrezca precios precisos, o las valoraciones se basan en un conjunto complejo de variables de referencia y marcos temporales. Esto crea una situación en la que se deben utilizar conjeturas y suposiciones para asignar valor a un activo.

anticipado, etc.

En este sentido, la entrada en vigor de Solvencia II ha generado un polémico debate relativo a la adecuación de las hipotecas inversas para el ajuste, dado que su admisibilidad para el mismo es confusa. Por ello, se va a proceder a realizar un análisis sobre esto, comparando lo que dicta el regulador con las características de la hipoteca inversa.

El ‘ajuste coincidente’ (“matching adjustment” o ‘MA’) es un requisito bajo la normativa Solvencia II, en el que las aseguradoras deben calcular el valor de sus pasivos utilizando una tasa de interés libre de riesgo. El MA es un ajuste al alza de esa tasa donde las aseguradoras tienen ciertos activos a largo plazo con flujos de efectivo que coinciden con los pasivos. Refleja el hecho de que los inversionistas de compra y retención a largo plazo no están expuestos a movimientos de propagación de la misma manera que los comerciantes a corto plazo de tales activos, o en otras palabras, es un ajuste a la estructura de plazo de tasa de interés libre de riesgo utilizada para calcular la mejor estimación del valor de una cartera de obligaciones de seguro. Cabe destacar que, para poder aplicarlo, es necesaria una previa aprobación del regulador, que exigirá una serie de requisitos, recogidos en el artículo 77 b), de la Directiva Solvencia II<sup>19</sup>.

La Autoridad Europea de Seguros y Pensiones de Jubilación, en adelante EIOPA, en la carta de la Autoridad de Regulación Prudencial (PRA) sobre la adecuación de activos de Solvencia II para MA8, confirmó que las hipotecas inversas, como clase de activo, no son inadmisibles para el mismo, y que las aseguradoras deben considerar si las características del activo coinciden con los flujos de efectivo del pasivo. Las hipotecas inversas puede cumplir con los criterios de admisibilidad de activos para el ajuste según lo establecido en la Directiva de Solvencia II 2009 / 138EC. Los criterios de admisibilidad de los activos figuran en el artículo 77 ter, apartado 1, letra c), de la Directiva Solvencia II, que describe las características del cash-flows de los activos de la cartera asignada a los pasivos como:

“Los flujos de efectivo esperados de la cartera de activos asignada replican cada uno de los flujos de efectivo esperados de la cartera de obligaciones de seguros o reaseguros en la misma moneda y cualquier desajuste no genera riesgos que sean significativos en relación con los riesgos inherentes a los seguros o reaseguros a los que se aplique el ajuste correspondiente”. (EIOPA, Omnibus II, 2014, [68]).

En el caso de las hipotecas inversas con duración vitalicia, tienen riesgo de desajuste dado que los flujos dependen directamente de la longevidad del prestatario. Además, el artículo 77 ter, apartado 1e), de la Directiva Solvencia II establece que las obligaciones de seguro de la cartera pueden variar debido al riesgo de longevidad. Por tanto, la materialidad o importancia del este riesgo de desajuste dependerá del riesgo base entre los prestamistas y prestatario. Dado esto, como se dice en el artículo 77b 1 f), está permitido incurrir en un riesgo de mortalidad no material con arreglo al ajuste: “*Cuando el riesgo de suscripción vinculado a la cartera de obligaciones de seguros o reaseguros incluya el riesgo de mortalidad, la mejor estimación de la cartera de obligaciones de seguros o reaseguros no aumenta en más del 5 % con un stress de riesgo de mortalidad calibrado de acuerdo con el artículo 101 (2) a (5)*” (EIOPA, Omnibus II, 2014).

Finalmente, la probabilidad de impago (“default”) y la pérdida esperada por una rebaja de rating se miden por el coste de la NNEG, que variará entre las entidades financieras dependiendo de las características de su cartera y el valor del préstamo, la edad y el sexo del prestatario, así como, la tasa de interés del préstamo y las hipótesis usadas para la mejor estimación (p.e. longevidad, precios de vivienda, tasas de amortización anticipada).

Como conclusión, las hipotecas inversas no son una clase de activo desclasificable para realizar el “matching adjustment”. Las entidades financieras y los reguladores deberán evaluar la admisibilidad caso por caso. Las hipotecas inversas pueden cumplir estos criterios de admisibilidad, siempre y cuando la entidad pueda evidenciar que el riesgo de desajuste, que surge como resultado, no es material.

<sup>19</sup><https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32009L0138>

## 7.6. Ventajas e inconvenientes para el pensionista solicitante

La utilidad de este vehículo como complemento a los ingresos ya ha quedado puesta de manifiesto en lo que llevamos analizado en puntos anteriores, sin embargo, tanto a nivel legislativo como sobre todo, comercial aún queda mucho por desarrollar pues hay aspectos que lejos de estar del todo claros, sería recomendable coordinar entre directivas europeas y legislación española. No obstante a continuación enumeraremos tanto las ventajas como los inconvenientes a los que se enfrenta el solicitante a la hora de contratar un producto de estas características y que conviene tener en cuenta.

### • VENTAJAS:

- La hipoteca inversa permite conseguir una cantidad en efectivo por un bien inmueble, los cuales, por definición, son poco líquidos. Esto permite vivir a los solicitantes de manera más holgada el resto de su tiempo.
- La titularidad de la vivienda la sigue teniendo el beneficiario.
- Puede pactarse el tiempo en el que se hará exigible la deuda (temporal o hasta el fallecimiento).
- No son necesarios avales o unos ingresos mínimos para contratar este producto, puesto que la garantía es la vivienda.
- La cantidad percibida es de libre disposición, es decir, no existe un destino prefijado para el dinero.
- Como se ha visto anteriormente, el producto cuenta con importantes ventajas fiscales, si se cumplen ciertos requisitos.

### • INCONVENIENTES:

- Riesgo de longevidad. Como ya se avanzó, es muy conveniente que la hipoteca inversa, en su utilización como instrumento de cobertura para las necesidades de las personas mayores, se complemente con una renta vitalicia. Detrás de esta afirmación está implícito que el riesgo de longevidad no es deseable que lo asuma el beneficiario del préstamo hipotecario, la parte menos apta para ello de cuantas intervienen en la contratación del producto.
- Requiere de un asesoramiento independiente previo, debido, sobre todo, a la avanzada edad de la mayoría de los clientes, lo que les hace más vulnerables a posibles malentendidos.
- A veces, las entidades que ofertan la hipoteca inversa incluyen como requisito el previo consentimiento de todos y cada uno de los herederos, lo que puede dificultar la contratación en algunos casos.
- Los seguros de renta vitalicia (asociado al préstamo hipotecario) suelen tener costes elevados.
- Si no se contrata un seguro de renta vitalicia, y el cliente fallece antes de la fecha final del seguro, éste dejará de percibir el ingreso extra. Por tanto, es aconsejable contratar este tipo de seguro.
- Suelen existir comisiones por cancelación anticipada. Aun así, dependerá de la entidad en la que se contrate la hipoteca inversa.

## 7.7. Riesgos para la entidad financiera

Aunque para una entidad financiera y desde un punto de vista de la asunción de riesgos, la concesión de una hipoteca inversa suele estar ‘minimizada’ o al menos, en su mayor parte, cubierta, los principales riesgos a los que se enfrenta son fundamentalmente tres:

### • RIESGO DE CAPITAL NEGATIVO:

Se llama así a la posibilidad de que en el momento de liquidar la deuda hipotecaria, el valor de la vivienda sea menor al de dicha deuda. Es el riesgo más importante para las dos partes, asegurador y asegurado, y en principio tendría que asegurarse. En Reino Unido, con mayor experiencia en estos productos, la contratación del seguro es obligatoria.

Sin embargo, en España, es prácticamente imposible asegurarlo, ya que no existe un índice de precios fiable que sirva de referente para proyectar estimaciones futuras, además de que el mercado de hipotecas inversas aún no es lo suficientemente grande ni experimentado. De hecho, esta razón es probablemente la principal causa del

estancamiento de este producto, junto con el alto coste de las rentas vitalicias y la aversión a renunciar a la plena propiedad de las viviendas.

El obstáculo del riesgo de capital negativo puede impedir que el producto se afiance, ya que las posibilidades de las entidades para gestionarlo se reducen únicamente a fijar límites muy prudentes a las operaciones, inferiores a los que podrían fijarse si existiera un seguro para este riesgo. Esto resulta un inconveniente para ambas partes, puesto que hace el producto menos atractivo de comercializar y reduce la cuantía de la renta que recibe el solicitante.

Además, el riesgo de capital negativo es un factor decisivo a la hora de renunciar a la herencia por parte de los herederos. Si este riesgo se materializa más veces de las deseadas, se puede dañar gravemente la reputación del producto, y, por tanto, la de la entidad oferente. Esto también implicaría una acumulación indeseada de inmuebles, lo que representa una carga de gestión compleja totalmente alejada de la actividad principal de una aseguradora o entidad financiera.

#### • RIESGO DE CROSSOVER:

Se denomina riesgo de *crossover* a la posibilidad de que el valor del préstamo hipotecario sea superior o inferior al valor recuperable de la vivienda. Si el valor en el mercado de la vivienda, al final del contrato, es inferior al importe principal del préstamo hipotecario, el prestamista se limita a recuperar sólo el importe de la venta de la casa. Por lo tanto, cualquier exceso se considera una pérdida para el prestamista (ver **fig. 7.2**). Para una revisión en profundidad del riesgo de *crossover*, el trabajo de Chiloy y Megbolugbe (1994), [69], recoge en detalle este concepto.

Por otra parte, si el valor de la vivienda en el mercado es superior al valor principal del préstamo, la plusvalía se la quedará el propietario o el heredero, en lugar de convertirse en una ganancia para el prestamista.

Por tanto, el beneficio de la entidad está limitado, pero no las pérdidas. Esta característica de las hipotecas inversas hace que se asemejen a los contratos de opciones. Este riesgo depende, a su vez, del riesgo de morbilidad, de tipo de interés, de mortalidad y el riesgo de depreciación de la vivienda.

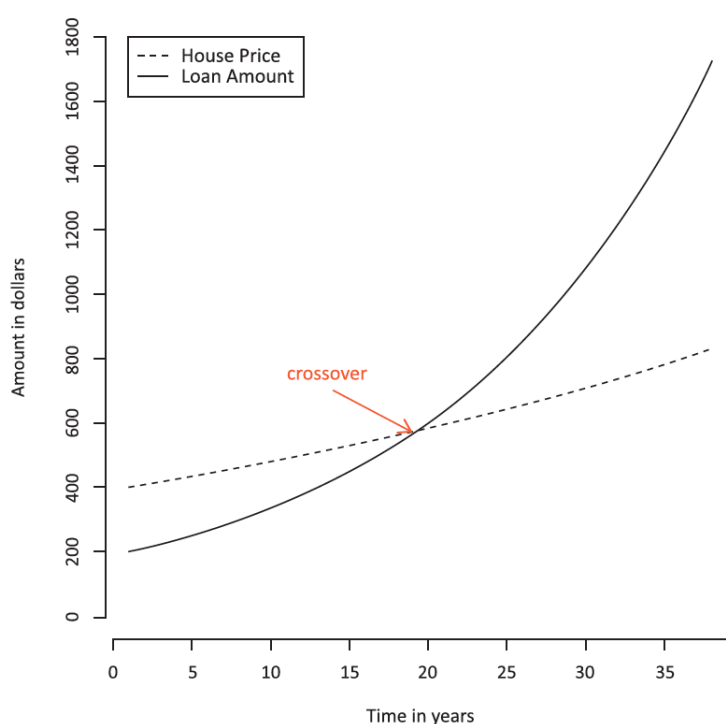


FIGURA 7.2: Punto 'crossover' del riesgo de longevidad en las hipotecas inversas.

Fuente: Wang, Piggot y Valdez, (2007)



• **RIESGO DE LONGEVIDAD:**

Al igual que vimos en el caso del solicitante y que suponía una desventaja, el riesgo de que el propietario viva más de lo esperado también es una desventaja para la entidad financiera y aparece, de forma inherente, cuando se contrata, adicionalmente a la hipoteca inversa, un seguro de rentas vitalicias, siendo la entidad aseguradora quien mejor puede gestionarlo ocasionando, por ello, un coste más elevado. Este riesgo de longevidad es mitigable por ejemplo, cargando una prima de riesgo por longevidad.

## 7.8. El mecanismo subyacente de la hipoteca inversa: análisis actuarial

A continuación nos proponemos analizar el mecanismo de funcionamiento de la hipoteca inversa y hemos tomado como modelo la diseñada por el ICO y siguiendo la metodología vista en Debón y otros, (2009), [70], (ya que nos ha sido imposible acceder a una hipoteca de estas características al acudir y solicitarlas en varias entidades financieras). Se trata de una hipoteca más restrictiva que la originalmente regulada por la *Ley 41/2007*, se asumen las siguientes hipótesis de partida:

**PRESTATARIOS FINALES:** residentes en España durante al menos los últimos 5 años, con edad igual o superior a 70 años, que sean propietarios de una vivienda que constituya su vivienda habitual, localizada en cualquier municipio español, susceptible de ser hipotecada, con independencia de su estado civil.

**LÍMITE MÁXIMO DE FINANCIACIÓN:** el límite máximo de la línea de crédito del prestatario final no superará el 70 % del valor actual de tasación de la vivienda más el coste de la prima única correspondiente al seguro de supervivencia.

**RENTA MENSUAL DEL PRESTATARIO FINAL:** la renta mensual máxima se calculará igualando el valor actual neto de las rentas mensuales durante la vida esperada del beneficiario final con el 70 % del valor actual de tasación, con un límite de 2.000 euros mensuales. Dicha renta mensual se incrementará cada año en un porcentaje aproximado del 3 %.

**DURACIÓN ESPERADA DE LA OPERACIÓN:** será la esperanza de vida del prestatario final en el momento de formalizar la operación más un margen de 5 años.

**SEGUROS:** será obligatoria la contratación por el prestatario final de los siguientes seguros: 1) seguro en la modalidad de prima única, que cubra la recepción de la renta mensual en caso de supervivencia más allá de la fecha límite de vencimiento prevista para la operación, así como los intereses que se devenguen a favor de la entidad financiera por el saldo vivo de la cuenta y 2) seguro de la vivienda objeto de garantía (multirriesgo hogar).

El planteamiento matemático-actuarial de la operación exige calcular los términos que intervienen en la misma y recurrir después al principio de equivalencia, que supone que el préstamo concedido ha de ser igual a todas las rentas percibidas valorados ambos en el mismo momento, en este caso al principio de la operación. Por lo tanto tendremos que el Valor Actual de la vivienda,  $VA$ , es el valor presente o descontado del Valor de Tasación de la vivienda  $VT$ , que a un determinado tipo de interés  $i$  y para  $n$  años vale:

$$VA = VT(1 + i)^{-n}$$

Aunque haya exención en el Impuesto de Actos Jurídicos Documentados y reducción en los gastos de notaría y registro, habría que estimarlos e incluirlos en los gastos de la operación,  $G$ , todo ello se recoge en la siguiente tabla:

Concepto	Porcentaje
Apertura	0,33 %
Notaría	0,30 %
Registro	0,25 %
Gestoría	0,18 %
Total	1,06 %

Por lo tanto tendremos:

$$G = 0,0016 \times VT$$

La Prima Única de los intereses a favor del banco, en caso de supervivencia del prestatario, es una renta mensual constante y diferida,  $PU$ , cuyo valor se obtiene mediante la expresión

$$PU = 12 \cdot VT \cdot i_m \cdot n / a_x = 12 \cdot VT \cdot i_m \left( \frac{N_{x+n+1}}{D_x} + \frac{11}{24} \frac{D_{x+n}}{D_x} \right),$$

donde  $i_m$  es tipo de interés financiero mensual,

$$i_m = (1 + i)^{1/12} - 1.$$

El importe del Préstamo Concedido,  $PC$ , a partir del cual se determina el valor de la renta mensual a percibir tanto en la parte financiera operación (años de duración de la operación) como la parte actuarial de la misma (renta vitalicia si se supera la duración), es

$$PC = VA - G - PU \quad (7.1)$$

Al  $PC$  debiera descontársele la Prima única del seguro de supervivencia,  $PSUR$ , pero como ésta depende de la renta mensual obtenida, su valor se deducirá posteriormente cuando se conozca dicha renta. A cambio de este importe el propietario recibe una renta mensual de cuantía  $a$ , durante el plazo estipulado, renta que de acuerdo con las características fijadas por el ICO debe actualizarse cada año en un porcentaje aproximado del 3 %. La tabla siguiente muestra las rentas percibidas a lo largo de los  $n$  años.

Año	Mes	Renta	Valor Actual
1	1	$a$	$a(1 + i_m)^{-1}$
1	2	$a$	$a(1 + i_m)^{-2}$
1	...	...	...
1	12	$a$	$a(1 + i_m)^{-12}$
...	...	...	...
$j$	1	$aq^{j-1}$	$aq^{j-1} (1 + i_m)^{-1}$
$j$	2	$aq^{j-1}$	$aq^{j-1} (1 + i_m)^{-2}$
$j$	...	...	...
$j$	12	$aq^{j-1}$	$aq^{j-1} (1 + i_m)^{-12}$
...	...	...	...
$n$	1	$aq^{n-1}$	$aq^{n-1} (1 + i_m)^{-1}$
$n$	2	$aq^{n-1}$	$aq^{n-1} (1 + i_m)^{-2}$
$n$	...	...	...
$n$	12	$aq^{n-1}$	$aq^{n-1} (1 + i_m)^{-12}$

CUADRO 7.2: Rentas percibidas a lo largo de los  $n$  años

El valor total de las rentas percibidas el año  $j$ , valorado a principio de dicho año, es

$$\begin{aligned} T_j &= aq^{j-1}(1+i_m)^{-1} + aq^{j-1}(1+i_m)^{-2} + \dots + a(1+i_m)^{-12} \\ &= aq^{j-1} \left[ (1+i_m)^{-1} + (1+i_m)^{-2} + \dots + (1+i_m)^{-12} \right] \\ &= aq^{j-1} \frac{1 - (1+i_m)^{-12}}{i_m} \\ &= aq^{j-1} a_{\overline{12}|i_m} \end{aligned}$$

donde

$$a_{\overline{12}|i_m} = \frac{1 - (1+i_m)^{-12}}{i_m},$$

denota una renta financiera, que se diferencia de las vitalicias en que no está ligada a la supervivencia del individuo.

Sumando ahora para  $j = 0, 1, \dots, n-1$ , se obtiene

$$T = a \cdot a_{\overline{12}|i_m} \left[ 1 + q(1+i)^{-1} + q^2(1+i)^{-2} + \dots + q^{n-1}(1+i)^{-(n-1)} \right] \quad (7.2)$$

donde la expresión entre corchetes es la suma de los términos de una progresión geométrica de razón,  $r = q(1+i)^{-1}$ , cuyo valor es

$$S = \frac{(1+i)[1 - q^n(1+i)^{-n}]}{1+i-q} \quad (7.3)$$

Sustituyendo (7.3) en (7.2) el valor actual de  $T$  será

$$T = a \cdot a_{\overline{12}|i_m} \frac{(1+i)[1 - q^n(1+i)^{-n}]}{1+i-q} \quad (7.4)$$

La la Prima única correspondiente al seguro de supervivencia,  $PSUR$ , ha de valorarse a partir del valor de  $a$ , pues representa lo que debe pagarse al principio de la operación para seguir cobrando la renta revalorizada al final del año  $n$ , caso de sobrevivir al periodo estipulado. Su expresión es

$$PSUR = 12 \cdot a \cdot q^{n-1} \cdot {}_n/a_x = 12 \cdot a \cdot q^{n-1} \left( \frac{N_{x+n+1}^*}{D_x^*} + \frac{11}{24} \frac{D_{x+n}^*}{D_x^*} \right), \quad (7.5)$$

donde, al igual que en la expresión (7.6), los símbolos con \* están calculados con el interés técnico  $i_2$  que es

$$i_2 = \frac{1+i-q}{q}.$$

La ecuación de equivalencia resultante de la operación se obtiene al igualar el préstamo, (7.1), al valor total de la renta de todos los años valorado al principio de los  $n$  periodos (7.4) más el pago único del seguro para seguir percibiendo la prima actualizada en caso de supervivencia (7.5). Es decir,

$$PC = a \cdot a_{\overline{12}|i_m} \frac{(1+i)[1 - q^n(1+i)^{-n}]}{1+i-q} + 12 \cdot a \cdot q^{n-1} \left( \frac{N_{x+n+1}^*}{D_x^*} + \frac{11}{24} \frac{D_{x+n}^*}{D_x^*} \right)$$

Despejando  $a$ ,

$$a = \frac{PC}{a_{\overline{12}|i_m} \frac{(1+i)[1 - q^n(1+i)^{-n}]}{1+i-q} + 12q^{n-1} \left( \frac{N_{x+n+1}^*}{D_x^*} + \frac{11}{24} \frac{D_{x+n}^*}{D_x^*} \right)}$$

que es el importe a percibir el primer año, y se actualiza cada año de acuerdo con  $q$ .

El último valor a obtener es el importe mensual de la prima prepagable del seguro multiriesgo hogar,  $PM_m$ , que obligatoriamente ha de suscribir el prestatario. Fijando la prima en un  $p$  por mil y actualizándola en la misma proporción que la renta, su valor se obtiene de la igualdad

$$12 \cdot PM_m \cdot \ddot{a}_x^{(12)} = \frac{p}{1000} VTV a_x$$

$$12 \cdot PM_m \cdot \left( \frac{N_x^*}{D_x^*} - \frac{11}{24} \right) = \frac{p}{1000} VTV \frac{N_x^*}{D_x^*}$$

y de aquí

$$PM_m = \frac{p \cdot VTV \frac{N_x^*}{D_x^*}}{12000 \left( \frac{N_x^*}{D_x^*} - \frac{11}{24} \right)} \quad (7.6)$$

En referencia al tratamiento financiero-fiscal, un completo y detallado es el análisis se puede encontrar en Devesa Carpio y otros, (2011), [71], donde los autores, tras un análisis de la rentabilidad financiero-fiscal de la hipoteca inversa concluyen que, efectivamente, la utilización de este producto financiero es “altamente recomendable” debido a su elevada rentabilidad, determinando incluso una edad “crítica” de compra de la vivienda, alrededor de los 50 años, a partir de la cual la rentabilidad financiero-fiscal pasa a ser inferior a la rentabilidad financiera, con lo que podría ser más interesante invertir en algún producto alternativo.

## 7.9. Conclusiones del capítulo.

El objetivo de este último capítulo era el de analizar una posible alternativa para complementar la pensión por jubilación ante el problema actual del Sistema Público de Pensiones. La elección de la hipoteca inversa era interesante al ser un producto poco desarrollado en España y en principio puede servir para el fin que ha sido creado. Aunque el escaso arraigo en nuestro país, debido, entre otros factores, a la reticencia de las entidades financieras para su comercialización esté dificultando su crecimiento, tampoco está ayudando la idiosincrasia del sector inmobiliario, mercado tradicional e históricamente sujeto a vaivenes, burbujas y agentes o participantes con objetivos más de corte especulativo y excesivo lucro.

Por la complejidad de las hipotecas inversas, hemos hecho un amplio recorrido y realizado varios análisis, cada uno desde una perspectiva diferente, que buscan clarificar el funcionamiento de estos productos, y su posible adecuación al ámbito español.

En base al análisis preliminar del entorno socio económico de la sociedad, es evidente la necesidad de un mercado de productos privados de previsión, que puedan proporcionar ingresos suficientes al llegar a la edad de jubilación. Si a ello le sumamos el aumento progresivo de la esperanza de vida, la baja natalidad y la delicada sostenibilidad de las pensiones públicas, es posible que la demanda de estos productos va a aumentar en un futuro próximo, sin embargo, en cuanto a la hipoteca inversa en concreto aún quedan elementos en su legislación que no están del todo claros, lo que dificulta aún más, su comprensión y sobre todo, cuando se trata de compatibilizar la regulación dada por el legislador con los requisitos exigidos por las directivas europeas para controlar y medir los riesgos de mercado, operacionales, de crédito o de liquidez.

Debido al sector específico al que va dirigido este producto, es muy importante un correcto asesoramiento financiero sobre el funcionamiento y los riesgos la hipoteca inversa. Las personas mayores son personas vulnerables, que pueden presentar problemas de comprensión es aspectos con elevada complejidad financiera.

Es decir, es importante que la previsión social se realice de manera objetiva y racional por parte de los usuarios, dejando de lado la cultura de herencia y la conservación de patrimonio inmobiliario.

Esto significa que, sabiendo la situación del sistema de pensiones, hay que plantearse una planificación financiera más allá de los ingresos públicos. A esta conclusión también ha llegado el regulador, que ha dotado de numerosas ventajas fiscales a la contratación de las hipotecas inversas con el fin de incentivar su asentamiento como sistema alternativo a la pensión por jubilación.

## Referencias bibliográficas

- [1] Anguita Ríos, Rosa M.: **“La Hipoteca Inversa y la Transformación de los Activos Inmobiliarios en Rentas”**, *El Consultor Inmobiliario*, nº 83. Págs. 3 y ss. (Octubre 2007).
- Anguita Ríos, Rosa M.: **“Regulación Relativa a la Hipoteca Inversa Según la Ley 41/2007, de 7 de diciembre”**, *El Consultor Inmobiliario*, nº 87. Págs. 8 y ss. (Febrero 2008).
- [2] Balagué, Carmen: **“Cómo Convertir la Vivienda en Dinero. Reflexiones En Torno a la Hipoteca Inversa, Dos Cara de una Misma Moneda (incluye modelo)”**, *Revista del Sector Inmobiliario*, nº 64. Págs. 34 y ss. (2006).
- [3] Canals Brage, F.: **“El Incierto Porvenir de la Hipoteca en España (a propósito de algunos proyectos más o menos normativos)”**, *La Ley*, nº 6691. (abril de 2007).
- [4] Herranz González, R.: **“Hipoteca Inversa y Figuras Afines”**, *Informes Portal Mayores*, nº 49. Madrid (2006).
- [5] Miquel Silvestre, J. A.: **“Hipoteca Inversa. Algunas Hipótesis de Conflicto”**, *Diario La Ley*, nº 6924, Sección Tribuna. (Abril de 2007).
- [6] Muro Villalón, J. V.: **“La Hipoteca Inversa”**, *Congreso de Registradores de la Propiedad de Granada*, (octubre de 2006).
- [7] Quesada Sánchez, A. J.: **“Apuntes Jurídico-Civiles Sobre la Llamada ‘Hipoteca Inversa’: Inquietudes Iniciales Sobre la Cuestión”**, *Consultor Inmobiliario*, nº 88. (2008).
- [8] Romero Candau, P. A.: **“La Hipoteca Inversa”**, en *Hacia un nuevo derecho hipotecario. Estudios sobre la Ley 41/2007, de reforma del mercado hipotecario*, VVAA, coord. VALERIO PÉREZ DE CARRERAS, Academia Sevillana del Notariado, Consejo General del Notariado, págs. 307 y ss. Madrid, (2008).
- [9] Rubio Torrano, E.: **“De la Ley que Define la Hipoteca Inversa y Regula Otras Muchas Cosas”**, *Aranzadi Civil*, nº 17, (2007).
- [10] Serrano de Nicolás, A.: **“Régimen Jurídico de la Hipoteca Inversa”**, *RDP*, Enero-Febrero de 2008, págs. 33 y ss.
- [11] Taffin, C.: **“La Hipoteca Inversa o Vitalicia”**, *Asociación Hipotecaria Española* (2004). Disponible en: <http://www.ahe.es>
- [12] Tusset del Pino, P.: **“La Hipoteca Inversa: Un Valor en Alza”**, *Inmueble: Revista del Sector Inmobiliario*, nº 71, págs. 38 y ss (2007).
- [13] Toral Lara, E.: **“El Contrato de Renta Vitalicia”**, *La Ley*, Madrid (2009).
- [14] Álvarez Álvarez, H.: **“La Hipoteca Inversa: Una Alternativa Económica en Tiempos de Crisis”**, *Ed. Lex Nova*, (2009).
- [15] Modigliani, F. y Brumberg, R. H.: **“Utility Analysis and the Consumption Function: An Interpretation Of Cross-Section data”**, en Kenneth K. Kurihara, ed., *Post- Keynesian Economics*, New Brunswick, NJ. Rutgers University Press, págs. 388-436.

- [16] Friedman, M.: **“A Theory of Consumption Function”** *National Bureau of Economic Research, Inc.* (1957).
- [17] Ando, A. y Modigliani, F.: **“The ‘Life-Cycle’ Hypothesis of Saving: Aggregate Implications and Tests**, *American Economic Review*, vol. 53, págs. 55-84 (1963).
- [18] Menchik, P. y David, M.: **“Income Distribution, Lifetime Savings and Bequests”**, *American Economic Review*, vol. 73, nº 4, págs. 672-690, (1983).
- [19] Auerbach, A. y Kotlikoff, L.: **“Dynamic Fiscal Policy”**, *Cambridge University Press*, Cambridge, (1987).
- [20] Hubbard, R.; Skinner, J. y Zeldes, S.: **“Expanding the Life-Cycle Model: Precautionary Saving and Public Policy”**, *American Economic Review*, vol. 84, nº 2, págs. 174-179, (1994).
- [21] Venti S. F. y Wise D. A. **“Aging and Housing Equity: Another Look”**. en: Wise DA, editor. *Perspectives on the Economics of Aging*. University of Chicago Press, págs. 127–180, (2004).
- [22] Short K. S.: **“The Life Cycle Theory, Uncertainty, and the Saving Behavior of the Elderly”**. *Unpublished doctoral dissertation*, The University of Michigan (1984).
- [23] Hurd. M. D.: **“Research on the Elderly: Economic Status, Retirement and Consumption and Saving”**, *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, nº 2, págs. 565-637, (1990).
- [24] Skinner, J.: **“Housing Wealth and Aggregate Saving”**, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 19, págs. 305-324, (1989).
- [25] Engelhardt, G. V.: **“House Prices and Home Owner Saving Behavior”**, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 26, nº 3-4 págs. 331-336, (1996).
- [26] Levin, L.: **“Are Assets Fungible? Testing the Behavioral Theory of Life-Cycle Savings”**, *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 36, págs. 59-83 (1998).
- [27] Gibler, K. M. y Rabianski, J.: **“Elderly Interest in Home Equity Conversion”**, *Housing Policy Debate*, vol. 4, nº 4, (1993).
- [28] Walker, L.: **“Elderly Households and Housing Wealth: Do They Use it or Lose it?”**, *Michigan Retirement Research Center Research Paper No. WP 2004-070*, (2004).
- [29] Scholen X. y Chen, X. (Editores): **“Unlocking Home Equity for the Elderly”**. Ed. Ballinger Pub, (1980).
- [30] Mayer, C. J. y Simons K. V.: **“A new look at reverse mortgages: potential market and institutional constraints”**, *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, Marzo, págs. 15-26, (1994).
- [31] Merrill, S. R. y otros: **“Potential Beneficiaries from Reverse Mortgage Products for Elderly Homeowners: An Analysis of American Housing Survey Data”**, *Real Estate Economics*, vol. 2, nº 2, págs. 257-299, (1994).
- [32] Morgan, B. A. y otros: **“Reverse Mortgages and the Economic Status of Elderly Women”**, *The Gerontologist*, 36 (3), págs. 400-405, (1996).
- [33] Rasmussen, D.W., Megbolugbe, I., y Simmons, P.A.: **“The Reverse Mortgage as an Instrument for Lifetime Financial Planning: An Analysis of Market Potential”**. Washington, D.C.: Fannie Mae Research

Foundation, (1996).

[34] Kutty, N.: **“The scope for poverty alleviation among elderly homeowners in the United States through reverse mortgages”**, *Bronfenbrenner Life Course Center Working Paper* n° 95-03, (1994)

[35] Fratantoni, M.: **“Reverse Mortgage Choices: A Theoretical and Empirical Analysis of the Borrowing Decisions of Elderly Homeowners”**, *Journal of Housing Research*, vol. 10, n° , págs. 189-208, (1999).

[36] Mitchell, O. S. y Piggott, J.: **“Unlocking Housing Equity in Japan”**, *Journal of the Japanese and International Economies*, vol.18, págs. 466-505, (2004).

[37] — **“Use Your Home to Stay at Home: Expanding the Use of Reverse Mortgages for Long-Term Care: A Blueprint for Action”**, *National Council on the Aging (USA)*, (2004).

[38] Onga, R.: **“Unlocking Housing Equity Through Reverse Mortgages: The Case of Elderly Homeowners in Australia”**, *European Journal of Housing Policy*, vol. 8, n° 1, págs. 61-79.

[39] Bardhan, A. D., y Barua, S. K.: **“Home Equity Conversion: Prospects in India”**, *Economic and Political Weekly*, págs. 3209-3212, (2003).

[40] Rajagopalan, R.: **“Reverse Mortgage Products for the Indian Market: An Exploration of Issues”**, *Bimaquest*, 6 (1), págs. 7-42, (2006).

[41] Celent (2008): **“Reverse Mortgage Market: Early Days for India”**, on-line en: <https://www.celent.com/insights/865847417>.

[42] Tripathi, G.: **“Assessment of Reverse Mortgage Products in Indian Markets”**, (enero 2009), disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1330056>.

[43] Venkataraman, R. y Mishra, A.: **“Reverse mortgage: Bringing smiles on wrinkled faces (in Indian scenario)”**, *Asia Pacific Journal of Research*, Vol. III, N° Especial, (octubre, 2013).

[44] Miceli, T. y Sirmans, C. F.: **“Reverse Mortgages and Borrower Maintenance Risk”**, *Real State Economics*, 22 (2), págs. 433-450, (1994).

[45] Shiller, R. J. y Weiss, A. N.: **“Moral Hazard In Home Equity Conversion”**, *Real Estate Economics*, vol. 28 (1, primavera), págs. 1-31, (2000).

[46] Caplin, A.: **“Turning Assets into Cash: Problems and Prospects in the Reverse Mortgage Market”**, en *Innovations in Retirement Financing*. Editores: Olivia S. Mitchell, Zvi Bodie, Brett Hammond y Steve Zeldes. Filadelfia, PA: Universidad de Pennsylvania Press, págs: 234-253, (2002)

[47] Rodda, D. T.; Herbert, C. y Lam, H. K.: **“Evaluation Report of FHA’s Home Equity Conversion Mortgage Insurance Demonstration: Final Report. The U.S. Department of Housing and Urban Development**, (2000).

[48] Rodda, D. T.; Youn, A. ; Ly, H.; Rodger, C. N. y Thompson, C.: **“Refinancing Premium, National Loan Limit and Long-Term Care Premium Waiver for FHA’s HECM Program: Final Report”**, *The U.S. Department of Housing and Urban Development*, (2000).

[49] Rodda, D. T., Lam, K., Youn, A.: **“Stochastic modeling of Federal Housing Administration Home Equity Conversion Mortgages With Low-Cost Refinancing”**, *Real Estate Economics*, 32 (4), págs. 589-617,



(2004).

[50] Boehm, T. P. y Ehrhardt, M. C.: **“Reverse Mortgages and Interest Rate Risk”**, *Real Estate Economics*, 22 (2), págs. 387-408, (1994).

[51] Nishimura, K. G.: **“Population Ageing, Macroeconomic Crisis and Policy Challenges”**, *Prepared for the Panel “The General Theory and the Policy Responses to Macroeconomic Crisis” at the 75th Anniversary Conference of Keynes’ General Theory, University of Cambridge*, 19-21 Junio, (2010).

[52] Rodda, D.T., Herbert, C., y Lam, K. : **“Evaluation Report of FHA’s Home Equity Conversion Mortgage Insurance Demonstration”**, contract No. DU100C000005978, Task Order No. 12, Final Report, March 31, Washington: Department of Housing and Urban Development, (2000).

[53] Caplin, A.: **“The Reverse Mortgage Market: Problems and Prospects”**. En *Innovations in Managing the Financial Risks of Retirement*. Pension Research Council, The Wharton School, University of Pennsylvania, (2000).

[54] Huan, C. y Mahoney, J.: **“Equity release mortgages”** en *Housing Financial International*, Vol.16, N°.4, págs. 29-35, (2002).

[55] Chia, N. C. y Tsui, A.: **“Reverse Mortgages as Retirement Financing Instrument: An Option for ‘Asset-rich and Cash-poor’ Singaporeans**. Working Paper. Department of Economics, National University of Singapore, (2005).

[56] Kang, H. B.: **“The Cost and Benefit of Reverse Mortgages”**, *Journal of Finance and Accountancy*, vol. 4, septiembre, (2010).

[57] Case, B. y Schnare, A. B.: **“Preliminary Evaluation of the HECM Reverse Mortgage Program”**, *Journal of American Real Estate and Urban Economics Association*, vol. 22, N°2, (1994).

[58] McConaghy, R. y Richard, W.: **“Mortality, Move-out and Refinancing as Factors in HECM Reverse Mortgage Payoffs”**, Ph. D. Dissertation, University of Massachusetts, Boston.

[59] Shan, H.: **“Reversing the Trend: the Recent Expansion of the Reverse Mortgage Market”**, *Finance and Economics Discussion Series 2009-42, Board of Governors of the Federal Reserve System (US)*, (2009).

[60] Davidoff, T. y otros: **“Reverse Mortgages: What Homeowners (Don’t) Know and How it Matters”**, *Network for Studies on Pension, Aging and Retirement Academic Series*, (2015).

[61] Huan, C., & Mahoney, J.: **“Equity Release Mortgages. Housing Finance International”**, 16 (4), pág. 29, (2002).

[62] Sánchez Álvarez, I., López Ares, S. y García Quiroga, R.: **“Diseño de Hipotecas Inversas en el Mercado Español”**, *Instituto de Mayores y Servicios Sociales*, Proyecto 205/05, (marzo 2007).

[63] Jachiet, N. y otros: **“Rapport sur le prêt viager hypothécaire et la mobilisation de l’actif résidentiel des personnes âgées”**, *Agence Nationale pour l’Information sur le Logement*, Paris, (2007).

[64] Australian Securities and Investments Commission (ASIC): **“ASIC’s MONEY SMART: Reverse Mortgages”** en: <https://www.moneysmart.gov.au/superannuation-and-retirement/income-sources-in-retirement/home-equity-release/reverse-mortgages>. (2016).

- [65] Kojima, T.: **“How To Make Reverse Mortgages More Common in Japan”**, *Nomura Jurnal of Capital Markets*, vol.4, n.4, (2013).
- [66] Ortíz de Juan, J. M.: **“Aspectos Mercantiles y Tributarios de la Nueva Regulación de la Hipoteca Inversa”**, *“La Gaceta del Empresista. Revista del Colegio Oficial de Titulados Mercantiles y Empresariales de Cantabria”*, nº 3, año 0, (junio, 2008).
- [67] Martínez Escribano, C.: **“La Hipoteca Inversa”**, *Cuadernos de Derecho Registral*, (2009).
- [68] EIOPA: **“The Solvency II Directive (Directive 2009/138/EC)”**, <https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii>
- [69] Chiloy, P. y Megbolugbe, I.: **“Reverse Mortgages: Contracting and Crossover”**, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 22 (2), pág.: 367–386, (1994).
- [70] Debón Aucejo, A., Montes Suay, F. y Sala Garrido, R.: **“Tabla Dinámica de Mortalidad”**, Servicio de Publicaciones Universidad de Valencia, (2009).
- [71] Devesa-Carpio, J. E., Devesa-Carpio, M., Domínguez-Fabián, I., Encinas-Goenechea, B., Meneu-Gaya, R. y Nagore-García, A.: **“Análisis Financiero-Fiscal de la Hipoteca Inversa en España”**, *Innovar*, 22(45), 111-126, (2012).



## Capítulo 8

# Y aún así... podría ser peor: por qué no todo está tan mal como parece...

Dr. Fronkonstin: “¡Qué trabajo tan asqueroso!”

Igor: “Podría ser peor.”

Dr. Fronkonstin: “¿Cómo?”

Igor: “Podría llover.”

*El Jovencito Frankenstein, (1974)*

### ...como (algunos) quieren hacernos creer.

Lo normal es que en un trabajo de esta índole este último capítulo se titule “Conclusiones”, pero hemos considerado que no hay nada que ‘concluir’, sino más bien y como se suele decir, ‘dejar en el aire’. Pero a la vez, y paradójicamente, hemos intentado no *dejar en el aire* nada de lo que pretendíamos al inicio de esta tesis. Es decir, han debido quedar claros muchos conceptos (al menos era la intención), por ejemplo, en lo referente a la demografía, a los cambios en la dinámica poblacional, los cuales se están sucediendo de forma rápida, tanto a nivel mundial como en nuestro país y a las proyecciones de los mismos, sobre todo en lo referente a la fertilidad y a la mortalidad. Como señalábamos al principio, era importante explicar y analizar esto antes de profundizar en un tema tan actual como las pensiones y la planificación financiera de la jubilación, pues sin la comprensión de la actualidad demográfica se habría hecho más difícil entender cómo hemos llegado a la actual situación de los sistemas de protección social en la vejez.

También la parte de los sistemas de pensiones y las prestaciones de los estados a la hora de brindar este servicio a sus ciudadanos así como el futuro al que nos enfrentamos a la hora de afrontar nuestra jubilación y las posibilidades de complementar la pensión pública con diferentes productos que permitan seguir manteniendo el nivel de vida y consumo era un objetivo al inicio de este trabajo.

Particular énfasis hemos puesto en España, por razones obvias y en torno a este país hemos hecho las proyecciones y simulaciones pertinentes de la fertilidad y mortalidad, hemos revisado pasado, presente y futuro de su sistema de pensiones y hemos visto cómo se puede y se debe planificar el retiro desde un punto de vista financiero, porque es evidente que existe una falta de cultura financiera en nuestro país.

Esta era toda nuestra intención, nada más y nada menos. Sin embargo, a la vez hemos dejado (de forma consciente e inconsciente) ‘cosas’ en el aire. Las cosas de forma consciente han sido por motivos de espacio, ya que cada tema o área tratada daría para mucho más de lo que aquí hemos analizado, también por motivos de apuntar futuras líneas de investigación, pues son temas de elevada importancia en los que la comunidad científica está trabajando y desarrollando nuevas líneas de trabajo.

Las cosas de forma inconsciente, aún a sabiendas de que las hay, deberán ser juzgadas por los lectores y en cualquier caso, serán bien recibidas las críticas en ese sentido, pues con toda seguridad habrá aspectos en los que hubiera sido deseable entrar a analizar y/o profundizar.

Sea como fuere, este último capítulo no sólo pretende ser un punto y aparte en nuestro trabajo, sino un poco también una reflexión a raíz de todo lo expuesto anteriormente. En la actualidad están pasando muchas cosas en

demografía, el tema del despoblamiento rural, por ejemplo, es significativo. Se está produciendo un proceso renovado de extinción física (las personas mayores que se quedaron en el campo no van a vivir eternamente) y eso podría abrir nuevos nichos ya que parece ser que se está produciendo una vuelta al campo del sector más joven, aunque habrá que ver cómo evoluciona. Pero también hay cambios en la supervivencia, desde los 80 estamos viendo cómo se incrementa la esperanza de vida y ya empieza a pasar que, al contrario que hace varias décadas, cuando la vejez era una cosa femenina, (pues la mujer se casaba antes, vivía más tiempo y terminaba enviudando y envejeciendo sola), debido al incremento en la esperanza de vida también del hombre, ya el envejecimiento se produce en pareja. Esto es un cambio que tiene consecuencias evidentes.

La ‘Historia de la Humanidad’ es una sucesión de grandes migraciones y mezclas genéticas y culturales. España se nutre de celtas, fenicios, griegos, romanos, godos, norteafricanos, árabes... y los españoles a su vez hemos llevado todo eso por todo el mundo, desde Nápoles hasta Filipinas pasando por toda América y parte de África y Oceanía.

La mayor población no ha conducido a desabastecimiento ni a falta de recursos, de momento la innovación tecnológica ha conseguido mejorar tanto la productividad, que consumimos cada vez más y somos muchos más haciéndolo... y sin embargo no sólo hay comida de sobra, es que cada vez gastamos más en productos y servicios no esenciales. Dedicamos más tiempo y más dinero al ocio que ninguna generación antes y la mayoría del planeta no ve la subsistencia alimenticia como una preocupación porque la da por hecha; es más, en la mayoría de países la obesidad inquieta mucho más a los responsables sanitarios. Nuestras prioridades han ido variando con cada generación pero seguimos necesitando comida, refugio y agua potable como el hombre de las cavernas y el miedo malthusiano a que se acaben los recursos ante la explosión demográfica humana sigue existiendo.

En palabras de Julio Pérez Díaz<sup>1</sup>, el envejecimiento de la población es un síntoma de progreso, la esperanza de vida era de 34 años en 1900; ahora es de 82 años, pero además existe una notable diferencia entre las condiciones en las que ahora se llega a los 65 años y las condiciones en las que se llegaba hace varias décadas.

Por otro lado, se plantea la duda sobre el futuro del estado de bienestar, suscitando la pregunta de si la generación del baby-boom (aquellos nacidos entre finales de los 50 y finales de los 70), será la última generación que vaya a disfrutar de este estado. Hay mucho alarmismo en torno al cambio demográfico pero no se puede precisar cuántas generaciones más (o cuántas personas más) y en realidad, no tiene sentido, porque aunque es cierto que nacen menos, es en términos de reproducción demográfica como se debería hablar.

Según el INE, en 2017, nacieron 393.181 bebés. ¿es una ‘buena’ o ‘mala’ cifra?, ¿no es necesario que nazcan más bebés para asegurarnos la pensión en el futuro? Pues depende, primero, de cómo consigamos que sobrevivan (hace un siglo y debido a las altas tasas de mortalidad esto era impensable) y si es cierto que van a vivir más años que antes y se supone que una de las vertientes que se derivan de esto es que van a estar mejor educados, mejor formados, todo esto determinará lo rentables que sean en su vida laboral en términos productivos, no es tan dramático, el hecho de si son pocos o muchos, lo realmente importante es mantener la población. En demografía, la reproducción no es una cuestión solo de fecundidad, de tener hijos y nada más, es cuestión de tener vida futura y eso se consigue cuidando mejor a la gente y aunque sea cierto que la fecundidad ha descendido, ésta es mucho más eficiente.

España se sitúa en el grupo de cola en el continente donde nacen menos niños del planeta. ¿Hay motivos para la alarma? Para Albert Esteve, director del Centro de Estudios Demográficos de la Universidad Autónoma de Barcelona, la respuesta es no, si se trata de garantizar las pensiones o de evitar la despoblación, pero sí lo ve preocupante por atentar contra el proyecto vital de decenas de miles de ciudadanos: “Es motivo de alarma si la gente no tiene los hijos que desea. Más de la mitad de las mujeres que no van a ser madre hubieran querido serlo. Algunas han esperado mucho y han tenido problemas, otras no han encontrado buenos trabajos o en un entorno de precios de la vivienda altos no han logrado emanciparse a la edad adecuada”, explica.

---

<sup>1</sup>Científico Titular del CSIC

Hay más variables a la hora de hacer números. Crecimiento de la población y crecimiento económico, por ejemplo, no van en paralelo necesariamente, de hecho, a partir de ahora oiremos hablar más a menudo en demografía o en las previsiones de población que haga la ONU que *el crecimiento de la población mundial se ha acabado*. En los próximos años o décadas, dejará de aumentar la población en el mundo. Ya lo ha hecho la población de Europa, por ejemplo y eso no quiere decir que no vaya a haber crecimiento económico. Todo lo contrario, el crecimiento económico está muy acelerado a medida que el crecimiento demográfico se ralentiza. España, por ejemplo, ha dejado de crecer; Europa, decíamos antes, ha dejado de crecer, si no fuera porque los países más avanzados, en este cambio demográfico, reciben inmigración (cosa por otro lado lógica, pues en estos países se vive mejor y se cuida mejor a las personas), por lo tanto, no necesariamente van unidos el crecimiento constante de la población y el crecimiento económico.

En el tema de las pensiones, aunque las generaciones que ahora y en los próximos años se jubilen va a ser muy voluminosa, el asunto no está solo la relación numérica, hay que ver si hemos avanzado algo en la productividad del trabajo de manera que las generaciones que estén cotizando mientras los jubilados cobren su pensión están produciendo una masa de cotizaciones superior (y esto, generalmente, no se menciona), aparte está la cuestión política, cómo va a ser el tratamiento fiscal, en el futuro, de los productos del trabajo, de las inversiones, lo cual afecta también al futuro de las pensiones, por lo que no todo se reduce a una cuestión de números en población.

Los que se vayan (o vayamos) a jubilar dentro de 25-30 años podemos pensar: ¿quién nos va a pagar la pensión? Bueno, hemos visto que hay diferentes tipos de pensión, y no podemos meterlas todas en el mismo saco, así hay pensiones asistenciales, pensiones de viudedad, de orfandad, . . . , y están las pensiones contributivas. Estas son un salario diferido, uno está cotizando para tener derecho a una pensión después pero la clave está en que los que cotizan en ese momento y por ende, pagan las pensiones produzcan más que la generación anterior cuando eran trabajadores y eso es lo que viene ocurriendo desde hace casi 200 años, que la generación actual produce más que la generación anterior. Solo en España, durante los años 60, cuando se produjo el trasvase de empleo rural y agrario, que ocupaba 1/3 de la población, al sector industrial, cuando se produjo el despegue de la industria en las grandes ciudades, solo con esto, aumentó mucho la posibilidad de pagar mejores pensiones y eran el mismo número de personas. Sin embargo, no se puede imponer una edad común para la jubilación, es un error social, la jubilación debería ser un derecho, no una obligación y como comenzábamos el capítulo 6, parafraseando a Woody Allen, éste más o menos venía a decir: *“la jubilación es para la gente que se ha pasado la vida odiando lo que hacía”*.

La solución está en la productividad. Igual que nadie podía imaginarse antes de la Revolución industrial que un solo operario pudiera hacer el trabajo de tantas personas, tampoco era imaginable que de una hectárea de terreno pudiera extraerse tanto alimento gracias a la mecanización y los fertilizantes. Incluso después nadie previó las granjas industriales, las piscifactorías, los invernaderos. . . ¿Seguirá la tecnología aumentando la productividad en tan gran medida que cada vez seamos más consumiendo más y los recursos no se agoten? Nadie lo sabe pero parece lógico pensar que si no aumentamos mucho más la población, el objetivo será más fácil de conseguir. Eso es sobre el papel pero a la hora de la verdad, algunos intentan fomentar la natalidad con dinero público, otros intentan reducirla con educación pero las previsiones demográficas tienen poco grado de acierto histórico.

De forma general hay exceso de población en países pobres y escasez en países ricos y está demostrado que la fertilidad es más alta en los países más pobres y se reduce según aumenta el desarrollo económico ¿Sería ideal que las jóvenes africanas con escasos recursos dejaran de quedarse embarazadas en la adolescencia y dejaran de tener numerosos hijos? Pues económica y socialmente sí, como también lo idóneo sería que las familias pudientes de Occidente aumentaran su progenie. Esto segundo, por más que se intente desde los gobiernos, depende sobre todo de la voluntad de las parejas y va a ser muy difícil cambiarlo. Respecto a frenar el crecimiento demográfico, lo que sabemos con certeza es que hasta ahora sólo se ha frenado con epidemias y guerras y últimamente con la incorporación de la mujer al mercado de trabajo, el uso de anticonceptivos, el abandono de los dogmas religiosos. . . y en general con el crecimiento económico.

Como apunta Julio Pérez, *“hacen falta más demógrafos, en España no hay ninguna universidad con el grado de demografía, se suele ser estadístico, sociólogo o gente que ha estudiado demografía fuera del país y hay una carencia notable de este perfil en España”* porque la demografía está en el núcleo de todos los cambios y transformaciones sociales que se están produciendo, cambios demográficos que afectan a la economía, a la política, a la sociología, etc... y sobre todo cuando se trata el envejecimiento de la poblaciones y las características generacionales de los mayores, se ve que los mayores están cambiando nuestra sociedad de un modo muy importante, hay una actividad y un movimiento asociativo de gente mayor que no está jubilada aún que está generando un impacto muy elevado en la sociedad y esto es bueno porque, por ejemplo, el incremento de este sector de la población abre nuevos nichos de trabajo que antes no existían y probablemente habrá que crear puestos de trabajos para atender a los ancianos; sin ir más lejos, según un estudio llevado a cabo por Joyners, la startup de asistencia a la dependencia, los perfiles socio-sanitarios más demandados por las personas de la tercera edad serán en los próximos años: 1) Trabajador/a familiar, 2) Auxiliar de enfermería, 3) Enfermeros, 4) Fisioterapeuta, 5) Trabajador social y 6) Terapeuta ocupacional. Profesiones que hace algunos años no existían y otras se concentraban, de forma muy específica, en hospitales y centros de salud y hoy día nos encontramos profesionales de estos sectores.

Por otro lado, una sociedad más envejecida traerá consigo cambios estéticos y habrá que crear otros cánones, para que nuestra imagen no nos frustre.

En resumen, no hay forma de saber si el crecimiento demográfico puede suponer un peligro o no, aunque sabemos que a día de hoy hay recursos suficientes para los que somos y bastantes más. Antes mencionábamos que hacen falta más demógrafos, pero por la sencilla razón de que las instituciones, comisiones, consejos y expertos que nos rodean y que proliferan cada vez más y se han adueñado del análisis sobre la situación poblacional en España son los que se encargan de que ‘nos asuste la baja natalidad y el envejecimiento’, de ‘las preocupantes oleadas de entrada inmigrantes ilegales a nuestro país’, ‘de la escasez de recursos energéticos’,..., en suma, de argumentos alarmistas y catastrofistas. Aunque es lógico pensar que mil o dos mil millones más de consumidores en unas pocas décadas podrían amenazar el ecosistema planetario por lo que, además de seguir avanzando tecnológica y científicamente, hay que luchar con inversiones y con educación allí donde la tasa de fertilidad es más alta y la economía menos productiva. También sabemos que en Occidente necesitamos jóvenes por lo que hay que regular la emigración para repartir mejor el exceso poblacional en el mundo y eso, junto con un aumento de las adopciones internacionales, tiene más sentido que gastar dinero de todos en intentar convencer a las parejas para que tengan más hijos. Por lo tanto, bajo nuestro punto de vista, no podemos afirmar que sea un problema la baja natalidad de Occidente ya que niños y jóvenes hay de sobra en el mundo, y lo que sí es un problema es que países pobres tengan un exceso de población. Es decir, el problema demográfico existe pero es más de distribución y reparto que de cantidad.

Resultaría paradójico que junto a discursos natalistas y moralistas que hoy propagan políticos de dudosa reputación, ‘expertos en la materia’ de revisable formación y medios de comunicación de cuestionable imparcialidad, se sigue promoviendo el trabajo temporal y la precariedad laboral, especulando con la vivienda social, permitiendo los desahucios masivos, poniendo trabas a la inmigración y a la acogida de refugiados, recortando pensiones y desvirtuando en educación, sanidad e I+D. La demografía está cambiando el mundo, de un modo que sólo cabe calificar como progreso.



## Capítulo 9

# And yet ... it could be worse: why not everything is as bad as it looks...

Dr. Fronkonstin: “*What a filthy job!*”

Igor: “*Could be worse!*”

Dr. Fronkonstin: “*How?*”

Igor: “*Could be raining.*”

*Young Frankenstein, (1974)*

*...as some people would have us believe.*

Usually in a work of this kind the last chapter should be entitled as “*Conclusions*”, but we have considered that there is nothing to ‘*conclude*’ in here, but rather, ‘*we left things in the air*’. However, at the same time and paradoxically, we tried to ‘*not to leave anything in the air*’ as it was our intention at the beginning of this dissertation. That is, many concepts must have been clear (at least that was the purpose), for instance, in terms of demography, changes in population dynamics, which are happening quickly, both globally and in our country and its projections, especially with regard to fertility and mortality. As we pointed out at the beginning, it was important to explain and analyze this before delving into a hot topic such as pensions and financial planning for retirement, because without understanding the actual demographic situation it would have been more difficult to understand why it is so important how we have arrived at the current situation of social protection systems in old age.

Also the part of the pension systems and the benefits of the states when providing this service to their citizens as well as the future we face when facing our retirement and the possibilities of complementing the public pension with different products that allow us to continue maintaining the standard of living and consumption was a target at the beginning of this work.

Particular emphasis has been placed in Spain, for obvious reasons and around this country we have made the relevant projections and simulations of fertility and mortality, we have reviewed past, present and future of its pension system and we have seen how retirement should be planned from a financial point of view, because it is evident that there is a lack of financial culture in our country.

This was all our intention, nothing more and nothing less. However, at the same time we have left (consciously and unconsciously) ‘*topics*’ in the air. Those topics left consciously have been for reasons room, since each subject or area treated would give much more than what we have analyzed here, also for reasons to point out future lines of research, because they are topics of such importance in which the the scientific community is working and developing new lines of work.

Those things left unconsciously, even knowing that there are, should be judged by the readers and in any case, criticisms in that sense will be welcome, because surely there will be aspects in which it would have been desirable to analyze or deepen.

Whatever it is, this last chapter not only aims to be a full stop in our work, but also a bit reflection as a result of all the above. A lot of things are happening in demography nowadays; the issue of rural depopulation, for instance, is quite significant. A renewed process of physical extinction is taking place (the elderly people who remained in the countryside will not live forever) and that could open new opportunities as it seems that a return to the field of the younger sector is taking place, although it will be necessary to see how it evolves. But there are also changes in survival, since the 80's we are seeing how life expectancy increases and it is beginning to happen that, unlike several decades ago, when old age was a female issue, (as the woman was married before, she lived longer and ended up being widowed and growing old alone), due to the increase in life expectancy also of men, and aging occurs as a couple. This is a change that has obvious consequences.

The 'History of Mankind' is a succession of great migrations, genetic and cultural mixtures. Spain feeds on Celts, Phoenicians, Greeks, Romans, Goths, North Africans, Arabs. . . and the Spaniards in turn have taken all this around the world, from Naples to the Philippines through all of America and part of Africa and Oceania.

The larger population has not led to shortages or lack of resources, at the moment technological innovation has managed to improve so much productivity, we consume more and more and we are many more doing it. . . and yet not only is there plenty of food, it is that we increasingly spend more on non-essential products and services. We dedicate more time and more money to leisure than any generation before and most of the planet does not see food subsistence as a concern because it is taken for granted; Moreover, in most countries, obesity is a matter of great concern to health officials. Our priorities have been changing with each generation but we still need food, shelter and drinking water as the man of the caves and the Malthusian fear that the resources are finished before the human population explosion continues to exist.

In the words of Julio Pérez Díaz<sup>1</sup>, the aging of the population is a sign of progress, the life expectancy was 34 years in 1900; Now it is 82 years old, but there is also a remarkable difference between the conditions in which we now reach 65 years of age and the conditions in which we arrived several decades ago.

On the other hand, there is doubt about the future of the welfare state, raising the question of whether the generation of the baby-boom (those born between the late 50s and the late 70s), will be the last generation to go to enjoy this state. There is a lot of scaremongering about the demographic change but it is not possible to specify how many more generations (or how many more people) and in reality, it does not make sense, because although it is true that they are born less, it is in terms of demographic reproduction as it should be spoken.

According to the INE, in 2017, 393.181 babies were born. Is it a 'good' or bad' number? Would not be necessary for more babies to be born in order to insure our pension in the future? It depends, first, on how we manage to survive (a century ago and because of the high mortality rates this was unthinkable) and if it is true that they will live longer than before and one of the aspects that is supposed to be derive from this is that they will be better educated, better trained, all this will determine how profitable they are in their working life in productive terms, it is not so dramatic, the fact of whether they are few or many, what is really important is to maintain the population . In demography, reproduction is not just a matter of fertility, of having children and nothing else, it is a matter of having a future life and that is achieved by taking better care of people and although it is true that fertility has declined, it is much more efficient .

Spain is in the queue group on the continent where fewer children are born on the planet. Are there reasons for the alarm? For Albert Esteve, director of the Center for Demographic Studies of the University of Barcelona, the answer is 'no', if it is about guaranteeing pensions or avoiding depopulation, but he does see it as worrisome because it threatens the life project of tens of thousands of citizens: *"It is cause for alarm if people do not have the children they want. More than half of women who are not going to be mothers would have wanted to be mothers. Some have waited a lot and have had problems, others have not found good jobs or in an environment of high housing prices have not managed to emancipate at the right age"*, he explains.

---

<sup>1</sup>CSIC scientist

There are more variables when it comes to making numbers. Population growth and economic growth, for example, do not necessarily go in parallel, in fact, from now on we will hear more often in demography or in the population forecasts made by the UN than the growth of the world population. It's over. In the next few years or decades, the population in the world will stop growing. The population of Europe has already done so, for example, and that does not mean that there will not be economic growth. On the contrary, economic growth is very accelerated as population growth slows down. Spain, for example, has stopped growing; Europe, we said before, has stopped growing, if it were not for the most advanced countries, in this demographic change, they receive immigration (something logical on the other hand, because in these countries people live better and take better care of themselves), Therefore, the constant growth of the population and economic growth are not necessarily linked. On the subject of pensions, although the generations that now and in the coming years will retire are going to be very voluminous, the issue is not only the numerical relation, it is necessary to see if we have made any progress in the productivity of work so that the generations that are quoting while retirees collect their pension are producing a mass of premium contributions (and this, generally, is not mentioned), apart is the political issue, how will be the fiscal treatment, in the future, of the products of the work, of investments, which also affects the future of pensions, so that not everything is reduced to a matter of numbers in population.

Those who leave (or go) to retire within 25-30 years can think: who will pay us the pension? Well, we have seen that there are different types of pensions, and we can not put them all in the same bag, so there are welfare pensions, widow's or orphans' pensions. . . , and there are contributory pensions. These are a deferred salary, one is quoting to be entitled to a pension later but the key is that those who are quoted at that time and therefore pay pensions produce more than the previous generation when they were workers and that is what comes happening for almost 200 years, that the current generation produces more than the previous generation. Only in Spain, during the 1960s, when there was a shift from rural and agricultural employment, which occupied 1/3 of the population, to the industrial sector, when the industry took off in the big cities, only with this, The possibility of paying better pensions was greatly increased and they were the same number of people. However, you can not impose a common age for retirement, it is a social error, retirement should be a right, not an obligation and as we began chapter 6, paraphrasing Woody Allen, he more or less came to say: "retirement is for people who have spent their lives hating what they were doing."

The solution lies in productivity. Just as no one could imagine before the Industrial Revolution that a single operator could do the work of so many people, it was not imaginable that one hectare of land could be extracted so much food thanks to mechanization and fertilizers. Even later, no one foresaw industrial farms, fish farms, greenhouses... Will technology continue to increase productivity to such an extent that we are increasingly consuming more and resources are not exhausted? Nobody knows but it seems logical to think that if we do not increase the population much more, the goal will be easier to achieve. That is on paper but when it comes to the truth, some try to promote the birth rate with public money, others try to reduce it with education but the demographic forecasts have little historical accuracy.

In general, there is an excess of population in poor countries and shortages in rich countries, and it is demonstrated that fertility is higher in the poorest countries and decreases as economic development increases. Would it be ideal for young African women with scarce resources to leave? to get pregnant in adolescence and stop having numerous children? Economically and socially yes, as well as the ideal would be that wealthy families in the West increased their progeny. This second, however much it is tried from the governments, depends above all on the will of the couples and it will be very difficult to change it. With regard to slowing down population growth, what we know with certainty is that until now it has only stopped with epidemics and wars and lately with the incorporation of women into the labor market, the use of contraceptives, the abandonment of religious dogmas. . . and in general with economic growth.

As Julio Pérez points out, *"we need more demographers, in Spain there is no faculty with the degree of demography, it is usually a statistician, a sociologist or people who have studied demography outside the country and there is a notable lack of this profile in Spain"*, because demography is at the core of all the changes and social transformations that are taking place, demographic changes that affect the economy, politics, sociology, etc. . . and above all when it comes to the aging of populations and the generational characteristics of the elderly,

we see that the elderly are changing our society in a very important way, there is an activity and an associative movement of older people who are not retired. even though it is generating a very high impact in society and this is good because, for example, the increase of this sector of the population opens new niches of work that did not exist before and probably will have to create jobs to care for the elderly ; Without going any further, according to a study carried out by Joyners, the startup of assistance to dependence, the socio-health profiles most demanded by the elderly will be in the coming years: 1) Worker/family, 2 ) Nursing Assistant, 3) Nurses, 4) Physiotherapist, 5) Social Worker and 6) Occupational Therapist. Professions that did not exist a few years ago and others were concentrated in a very specific way, in hospitals and health centers and today we are professionals from these sectors. On the other hand, a more aging society will bring about aesthetic changes and other canons will have to be created, so that our image does not frustrate us.

Roughly speaking, there is no way to know if population growth can be a danger or not, although we know that today there are enough resources for who we are and a lot more. Before we mentioned that more demographers are needed, but for the simple reason that the institutions, commissions, councils and experts that surround us and that proliferate more and more and have taken over the analysis of the population situation in Spain are the ones in charge of that 'we are frightened by the low birth rate and aging', by 'the worrying waves of illegal immigrants entering our country', 'by the scarcity of energy resources', ..., in sum, by alarmist and catastrophic arguments. Although it is logical to think that a thousand or two billion more consumers in a few decades could threaten the planetary ecosystem, so, in addition to advancing technologically and scientifically, we must fight with investments and education where the fertility rate it is higher and the economy less productive. We also know that in the West we need young people so we have to regulate the emigration to better distribute the population excess in the world and that, together with an increase in international adoptions, makes more sense than spending money of all in trying to convince couples so that they have more children. Therefore, from our point of view, we can not say that the low birth rate of the West is a problem since children and young people are abundantly in the world, and what is a problem is that poor countries have an excess of population . That is to say, the demographic problem exists but it is more of distribution and distribution than of quantity. It would be paradoxical that along with natalist and moralistic speeches that today are propagated by politicians of dubious reputation, 'experts in the field' of reviewable training and media of questionable impartiality, temporary work and job precariousness continue to be promoted, speculating on the social housing, allowing massive evictions, putting obstacles to immigration and the reception of refugees, cutting pensions and disinvesting in education, health and R&D. Demography is changing the world, in a way that can only be qualified as progress.

## **Parte III**

# **Apéndices**



## Apéndice A

# Diccionario demográfico

Sobre la base del trabajo de Roland Pressat en su “*Diccionario de Demografía*” (Oikos-Tau Ediciones, 1987), los términos demográficos que recopilamos recogen las definiciones de los principales conceptos vistos en los capítulos referentes a esta materia. Se ha intentado ser lo más preciso posible en las definiciones para concretar al máximo, pues cada término da origen a otras entradas, no siendo el objeto de este apéndice servir de referencia en la materia, pues contiene un número limitado de entradas, sino servir de apoyo a la hora de definir términos y conceptos que no hayan quedado lo suficientemente claros en los capítulos anteriores.

## – A –

### análisis

– *demográfico*: forma de análisis estadístico adaptado al estudio de las poblaciones humanas. Usando datos de diversas fuentes (censos, relaciones del Registro Civil y ocasionalmente datos o encuestas específicas), los transforma para terminar generando unas **tablas** (de mortalidad, de nupcialidad, de fecundidad, etc.) especificando las modalidades cuantitativas según las cuales las poblaciones se renuevan. El análisis demográfico suele distinguir entre **análisis longitudinal** y **análisis transversal**.

– *longitudinal*: análisis aplicado a las manifestaciones de un **fenómeno** en una **cohorte**. Se lleva a cabo partiendo de la construcción de las tablas específicas del fenómeno considerado. Se utiliza junto al **análisis transversal**

– *por cohorte*: véase **análisis longitudinal**.

– *transversal*: análisis aplicado a las manifestaciones de un **fenómeno** durante un período dado, generalmente el año civil. Se efectúa recurriendo a las tablas del momento y a ciertos indicios específicos como el **índice sintético de los acontecimientos reducidos**.

### aglomeración urbana

Conjunto de municipios sobre los que se extiende el territorio de una **aglomeración de población** a lo largo de varias circunscripciones administrativas, suele comprender una ciudad central y pueblos o ciudades satélite a los que ésta ha absorbido en

su crecimiento.

## – B –

### bruta, -o

Cualificativo aplicado a las medidas vinculadas a un **fenómeno** considerado en estado puro, es decir, sin interferencias eventuales con fenómenos que modifiquen el original.

## – C –

### censo

– *de la población*: conjunto de operaciones que permiten conocer el efectivo de la población de un territorio en una fecha dada, con detalles referentes a la distribución de esa población por unidad administrativa y según una gama más o menos extensa de características.

### cohorte

Conjunto de personas o de parejas que han vivido un mismo acontecimiento demográfico durante un período dado. Las cohortes constituyen el soporte del **análisis longitudinal**. Se habla de *generaciones* cuando se trata de cohortes de nacimientos.

### crecimiento

– *de la población*: variación de los efectivos de una población durante un período. Por crecimiento también se entiende disminución y debe entenderse como la variación de la población entre dos fechas



1 y 2, es decir  $P_2 - P_1$ , siendo la suma del **crecimiento natural** ( $N - D$ ) y de la **migración neta** ( $I - E$ ).

$$P_2 - P_1 = (N - D) + (I - E)$$

– **natural**: variación del efectivo de una población, durante un período, como resultado del balance entre nacimientos y defunciones.

## – D –

### defunción

Muerte o fallecimiento de una persona.

### demografía

– **pura**: estudio de las poblaciones humanas en relación con su renovación por medio de los nacimientos, de las defunciones y de los movimientos migratorios. Este estudio se dedica a analizar y describir el estado de las poblaciones, esto es, su efectivo y su composición según diferentes criterios (edad, sexo, estado civil, localización geográfica, etc.) y en diferentes fases: mediante la recopilación de datos estadísticos a partir de los **censos** de población, los extractos del estado civil incluso encuestas específicas que recogen informaciones respecto a actitudes, comportamientos y opiniones. El análisis cuantitativo de estos datos es lo que se llama **análisis demográfico** y los resultados obtenidos son confrontados con otras ciencias conectadas con la demografía (biología, economía, historia, sociología, etc.) con el fin de explicar el origen de los resultados, de los comportamientos observados y consecuentemente, establecer previsiones demográficas.

– **económica**: establece las relaciones recíprocas entre población y economía.

– **histórica**: estudia las poblaciones antiguas y sobre todo, de las que no se dispone de datos estadísticos en las formas modernas (estadísticas de población y censos).

– **matemática**: tiene por objeto presentar las magnitudes del análisis demográfico y de las relaciones existentes utilizando el lenguaje matemático.

– **social**: trata de las relaciones de los estados y de los movimientos de población con la vida de las sociedades.

– **cualitativa**: estudio, a escala de las poblaciones, de las características físicas e intelectuales de las personas que las componen, y de los factores que determinan estas características.

– **cuantitativa**: conjunto de observaciones, análisis y desarrollos teóricos que ponen en juego los diferentes aspectos numéricos de las cuestiones de población.

### despoblación

Disminución de la población de un territorio, causada esencialmente por un exceso de las defunciones sobre los nacimientos.

### despoblamiento

Disminución de la población de un territorio causada, principalmente, por la **emigración**.

## – E –

### emigración

Para un territorio dado, el término se refiere, tanto a la **migración** o salida de una persona desde este territorio hacia el exterior, como al fenómeno caracterizado por este acontecimiento.

### esperanza

– **de vida a la edad 'x'**: según una tabla de mortalidad, es el número medio de años que le quedan de vida a una persona que ha alcanzado la edad  $x$ .

– **de vida al nacer**: según una tabla de mortalidad, es el número medio de años de vida de una persona tomado en el nacimiento.

### estructura de población

Composición de una población según diversas características específicamente demográficas (sexo, edad, estado matrimonial, etc.) o no (grado de instrucción, actividad económica, etc.) consideradas aisladamente o en asociación.

## – F –

### fecundidad

Referido al número de hijos que se tienen. El término fecundidad se identifica con la frecuencia de los nacimientos que tienen lugar dentro del subconjunto en edad de procrear.

## fenómeno

En demografía, el término fenómeno hacer referencia a la llegada súbita de acontecimientos de una categoría dada. Por ejemplo, a los acontecimientos de defunciones, le corresponde el fenómeno **mortalidad**.

## fertilidad

Término referido a la capacidad biológica de tener hijos, independientemente de si se han tenido antes o si se llegará a tenerlos algún día.

## función supervivencia

Función  $S(x)$  asociada a una tabla de mortalidad, definida para el conjunto continuo de los valores de la edad  $x$  e identificándose a los valores de la serie de los supervivientes  $S'_x$  en las edades en que estos vienen dadas en la tabla considerada.

## – G –

### generación

**Cohorte** particular constituida por el conjunto de las personas nacidas durante un período dado, generalmente el año civil.

### Gompertz

–**fórmula de**: fórmula propuesta en 1825 por el actuario inglés Gompertz, referente al cociente instantáneo de mortalidad, expresado como una función exponencial de la edad:

$$q(x) = Ae^{kx}$$

## – I –

### inmigración

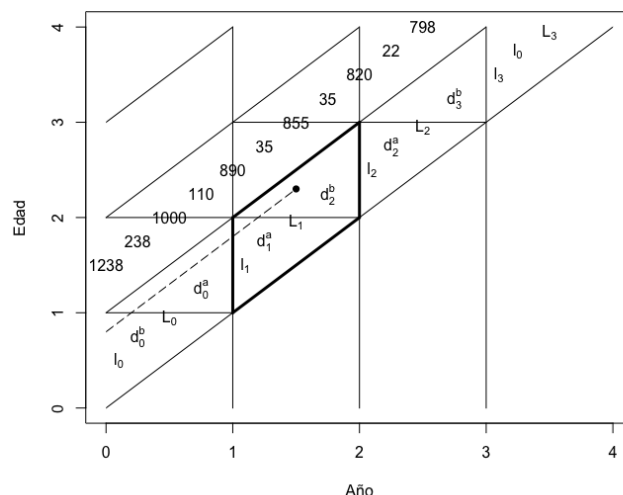
Para un territorio dado, el término se refiere, tanto a la **migración** o entrada de una persona desde el exterior a este territorio, como al fenómeno caracterizado por este acontecimiento.

## – L –

### Lexis, diagrama de

Soporte gráfico que permite establecer la correspondencia entre unas fechas de observación y las antigüedades de cohortes en esas fechas. Atribuido inicialmente al sociólogo y economista Wilhelm Lexis, tiene como base una red de paralelos

con dos ejes rectangulares. En el eje horizontal se indican las fechas de observación y en el eje vertical, la duraciones de las cohortes (normalmente, la edad).



Los pasillos determinados por dos líneas diagonales consecutivas encierran todos los datos que afectan a una cohorte, según el sistema de convenciones que sigue.

### longevidad

Concepto relacionado con la biología, en el aspecto demográfico, que es el que nos ocupa, es la extensión máxima de la vida humana. Por extensión, la palabra longevidad cuando se aplica a una generación o a una época da lugar a la expresión *longevidad media*, sinónimo de *vida media* en esa generación o esa época.

## – M –

### Makeham

–**fórmula de**: fórmula propuesta en 1860 por el actuario inglés Makeham, referida al cociente instantáneo de mortalidad y que modifica la **fórmula de Gompertz**:

$$q(x) = Ae^{kx} + k'.$$

Mediante la introducción del parámetro  $k'$ , Makeham pretendía tener en cuenta las muertes accidentales que se suman a las muertes por vejez, tomando la palabra accidental en un sentido amplio e incluyendo, por consiguiente, las defunciones de origen infeccioso.

## migración

Desplazamiento de una persona motivado por un cambio de residencia. También se suele referir al fenómeno caracterizado por este tipo de acontecimiento. Dependiendo de la zona o territorio que consideremos, se definen otros conceptos, como los de **migración externa**, **migración interna**, **migración neta**, **migración total**, **emigración** e **inmigración**.

– **externa**: migración entre dos lugares, uno situado dentro del territorio y el otro en el exterior. Normalmente se suele hablar de un país hacia otro y según el sentido se hablará de **emigración** o de **inmigración**.

– **interna**: migración entre dos lugares situados en el territorio.

– **netas**: para un territorio y un período dados, es la diferencia entre la inmigración *I* y la emigración *E*.

– **total**: para un territorio y un período dados, es la suma de las partidas y llegadas de emigrantes en ese territorio.

## migrante:

persona que efectúa una **migración**

## mortalidad:

– **general**: Fenómeno en relación con las defunciones. Suele hacer referencia implícita a la frecuencia del conjunto de las causas de defunciones en una población.

– **tablas de**: instrumento de análisis demográfico cuyo fin es medir la incidencia de la mortalidad en la población que se estudia, con independencia de la estructura por edades de la misma, permitiendo analizar su evolución en el tiempo y en el espacio.

## – N –

## natalidad

Fenómeno relacionado con los nacimientos. Se suele tener en cuenta los nacimientos vivos, haciendo referencia, la palabra natalidad, a la frecuencia de los nacimientos vivos en una población.

## netas, -o

Cualitativo aplicado a las medidas relacionadas con un fenómeno que tienen en cuenta las

interferencias entre este fenómeno y fenómenos perturbadores, principalmente la fecundidad y la mortalidad.

## – P –

## patrón

– **de fertilidad**: distribución por edades de la fertilidad de las mujeres. La fertilidad está determinada ante todo, por la edad de las mujeres. La concepción solo puede comenzar después de la menarquía y no puede continuar, naturalmente, después de la menopausia.

– **de mortalidad**: ver **tasa de mortalidad**.

## perspectiva demográfica

Determinación de la evolución futura de una población establecida corrientemente sobre la base de hipótesis más o menos detalladas en cuanto al futuro de los componentes que rigen esa evolución. Estas hipótesis afectan por lo general a la fecundidad y a la mortalidad, y a veces a la nupcialidad.

## pirámide de edades

Representación gráfica de la distribución por edad y sexo de la población. Gráficamente se representa mediante un doble histograma de frecuencias en el que en la derecha se refleja la población masculina y en la izquierda la población femenina.

## población

Conjunto de individuos que coexisten en un área o espacio geográfico determinado. El concepto de población no solamente es distinto para cada disciplina teórica, incluso para una misma disciplina dicho concepto admite muchas definiciones. En demografía la población puede ser entendida como objeto de análisis estadístico o como mero volumen poblacional contabilizado en un determinado momento. De este modo, puede designar asimismo fracciones variadas de ese conjunto (población masculina y población femenina, población urbana y población rural, población activa, etc.) que no son sino *subpoblaciones* con respecto a él.

## probabilidad de supervivencia

Probabilidad, en la edad *x*, de sobrevivir por lo menos hasta la edad *x + a*, que se anota  ${}_ap_x$ .

## proyección demográfica

**Perspectiva demográfica** en la cual generalmente no existe la idea de previsión.

## – R –

## renovación de la población

Resultado del constante aporte de nuevos elementos en una población gracias a los nacimientos, y de la partida concomitante de elementos ancianos debida a las defunciones.

## – T –

### tasa

– **bruta de mortalidad**: número de defunciones persona-año registradas en una población. Se expresa en tantos por mil

$$TBM = \frac{D^{t,t+1}}{0.5 \times (P^t + P^{t+1})} \times 1000$$

– **de masculinidad**: relación entre el efectivo masculino y el conjunto de una población.

– **de migración interna**: para un territorio dado, relación entre el número de migraciones dentro del territorio durante un año y la población media de ese año, y más generalmente, la relación entre el número de estas migraciones durante un período y el número correspondiente de personas-año durante el período. En definitiva, no deja de ser la **tasa de**

**movilidad interna** particular en la que intervienen las migraciones.

– **de migración neta**: relación entre la **migración neta** de un año y la población media de ese año, y más generalmente, la relación entre la migración neta de un período y el número correspondiente de personas-año durante el período. Se trata, asimismo de la diferencia entre la tasa de inmigración y la tasa de emigración.

– **de migración total**: relación entre la **migración total** de un año y la población media de ese año, y más generalmente, la relación entre la migración total de un período y el número correspondiente de personas-año durante el período.

– **de mortalidad**: ver *tasa bruta de mortalidad*.

– **infantil de mortalidad**: defunciones ocurridas, estrictamente, durante el primer año de vida. Más allá de la edad exacta 1 se habla de *mortalidad de la infancia*.

– **de feminidad**: relación entre el efectivo femenino y el conjunto de una población.

## transición demográfica

Se dice de la situación de una población cuya natalidad y mortalidad, o por lo menos uno de estos dos fenómenos, han dejado sus niveles tradicionales para dirigirse hacia los bajos niveles asociados a la fecundidad dirigida y al uso de los modernos métodos de lucha contra la mortalidad.



## Apéndice B

# El Modelo Relacional Gompertz de Fertilidad de Brass

El modelo relacional Gompertz de fertilidad de Brass es directamente análogo al modelo de mortalidad logit (también de Brass). Al igual que con este modelo, el modelo relacional de fertilidad hace uso de un programa de fertilidad estándar que se linealiza (es decir, se convierte en una línea -casi- recta) por medio de una función matemática.

Esta línea recta puede transformarse luego en cualquier otra línea recta cambiando su pendiente y punto de intercepción, y luego volver a convertirla en un programa de fertilidad, aplicando la anti-función utilizada para linealizar el programa estándar.

Brass identificó que la función de Gompertz describe bien el patrón de fertilidad acumulada,  $F(x)$ , en una población. Esta función es sigmoïdal (en forma de s) y ligeramente inclinada hacia la derecha, capturando así la presunta forma de una curva de fertilidad,  $f(x)$ , presente en la mayoría de las poblaciones.

Con un programa de fertilidad estándar con una TFR<sup>1</sup> de 1,  $f_s(x)$ ,  $F_s(x)$  es la proporción de TFR alcanzada por la edad  $x$  en el programa de fertilidad estándar. El programa de fertilidad estándar original fue construido por Heather Booth (1984), una estudiante de Brass.

### Formulación matemática del modelo:

La transformación que linealiza  $F_s(x)$  a números reales entre 0 y 1 es el logaritmo natural doble:

$$Y_s(x) = -\ln[-\ln F_s(x)]$$

Transformaciones lineales de  $Y_s(x)$

$$Y_m(x) = \alpha + \beta Y_s(x)$$

producen transformaciones de los esquemas de fertilidad modelizados, tal y como los logits se derivan de los estándares.

La transformación inversa que convierte el modelo  $Y_s(x)$  de nuevo en la fertilidad acumulada proporcional, es el doble exponencial (la doble exponencial se conoce universalmente como la función de Gompertz, después de que el actuario Benjamin Gompertz, la utilizara para describir la mortalidad por vejez).

$$\begin{aligned}\tilde{F}_m(x) &= e^{-Y_m(x)} \\ &= \exp[-\exp(-Y_m(x))]\end{aligned}$$

Para convertir estos valores acumulados de fertilidad proporcionales (o normalizados) en valores de fertilidad acumulados, se multiplican por el modelo TFR requerido:

$$F_m(x) = T \cdot \tilde{F}_m(x)$$

<sup>1</sup>Total Fertility Rate: la Tasa Total de Fertilidad es el número medio de hijos que una mujer tendría si sobreviviera hasta el final de la edad reproductiva.

### Esquemas de fertilidad derivados del modelo de fertilidad relacional de Gompertz de Brass:

Por lo tanto, el modelo de Brass tiene tres parámetros:  $T$ ,  $\alpha$  y  $\beta$ , donde:

- $T$ , controla el nivel de fertilidad.
- $\alpha$ , determina la ubicación de la distribución de la fertilidad. Debido a que la distribución estándar está sesgada, las medidas de ubicación (particularmente el modo) se ven afectadas por  $\beta$ , pero en menor medida que por  $\alpha$ .
- $\beta$ , determina la expansión (o propagación) de la distribución.

En la siguiente figura hemos simulado el modelo para los valores de los parámetros  $\alpha = 0.15$ ,  $\beta = 0.85$  y una TFR = 5 (curva de color azul) y se muestra, para comparar, con el modelo estándar de parámetros  $\alpha = 0$ ,  $\beta = 1$  y TFR = 3 (curva de color verde):

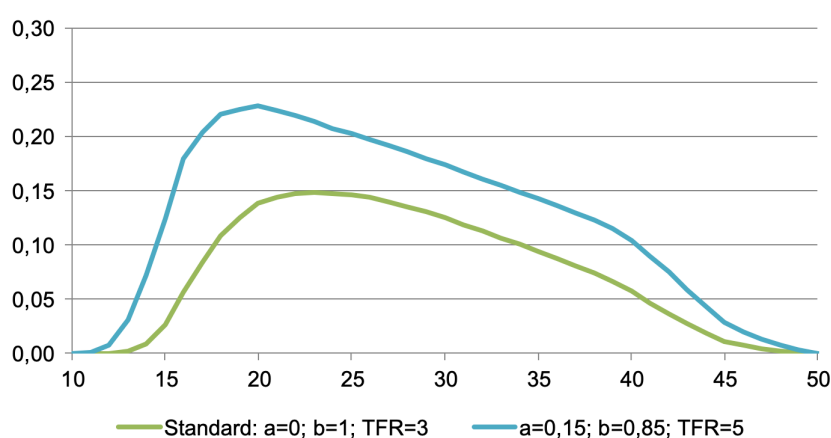


FIGURA B.1: Simulación en Excel del modelo relacional Gompertz de fertilidad de Brass

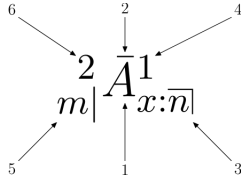
La capacidad de ajustar la distribución de la distribución proporciona el grado extra de flexibilidad que faltaba en el modelo logit de Brass. El modelo de fertilidad relacional Gompertz es mucho más fácil de ajustar a los datos observados que cualquiera de los modelos de Romaniuk, Hadwiger o Coale-Trussell. Todo lo que hay que hacer es establecer las constantes en la relación lineal entre la función  $Y_s(x)$  observada y estándar; esto se puede hacer por mínimos cuadrados o gráficamente, según la precisión requerida. También se ajusta a la mayoría de los datos de fertilidad observados también o mejor que los otros modelos, aunque tiene menos parámetros. El estándar ha sido construido para representar la acumulación inicial de fertilidad de manera realista, y si se requiere una mayor flexibilidad o un ajuste más estrecho para un conjunto de datos en particular, se puede elegir un estándar diferente de datos empíricos o de otro modelo. Sin embargo, solo el estándar Booth ha encontrado un uso y una aplicación generalizados.

Una aplicación particularmente útil del modelo relacional Gompertz es la corrección y el ajuste de los datos de fertilidad, que está sujeto a los tipos de errores que generalmente se encuentran con los datos recopilados en los censos de los países en desarrollo. Como antes, el ajuste de los modelos de Gompertz relacionales a los datos de fertilidad observados requiere la estimación de los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$  y la tasa de fertilidad total (TFR).



## Apéndice C

# Notación actuarial



La renta vitalicia anual actuarialemente equivalente en los planes de aportación definida es:

$$F_{x_j} = R_{x_j} \ddot{a}_{x_j} + k R_{x_j} \ddot{a}_{x_j|y}$$

donde:

- $x_j$  = Edad de jubilación del partícipe
- $k$  = Fracción de la renta reversible al cónyuge del beneficiario cuya edad es  $Y_j$
- $\ddot{a}_{x_j|y}$  = Valor actual actuarial de una renta anual unitaria de supervivencia

y como se vio, el modelo estocástico viene especificado como la variable aleatoria

$$Z = \text{VA (pensiones del titular y del cónyuge)} = Z_1 + Z_2$$

Si se consideran las variables aleatorias (rentas unitarias):

- $Z_1$ , **correspondiente al titular**, cuyo espacio numérico es  $\{\ddot{a}_{\overline{t}|i}\}$ , siendo el tiempo de supervivencia  $t = 1, 2, \dots, \omega - y$  y con función de probabilidad  $P[Z_1 = \ddot{a}_{\overline{t}|i}] = {}_t|q_{x_j}$
- $Z_2$ , **correspondiente a la pensión de supervivencia** del cónyuge y con espacio muestral  $kv^t \ddot{a}_{y_j+t}$ ,  $t = 1, 2, \dots, \omega - y$  y con función de probabilidad  $P[Z_2 = kv^t \ddot{a}_{y_j+t}] = {}_{t-1}|q_{x_j} {}_t|p_{y_j}$

A partir de estas distribuciones de  $Z_1$  y  $Z_2$ , se obtiene:

$$E[Z] = E(Z_1) + E(Z_2) = \ddot{a}_{x_j} + k \ddot{a}_{x_j|y_j}$$

$$\sigma^2(Z) = \sigma^2(Z_1) + \sigma^2(Z_2) + 2Cov(Z_1 Z_2)$$

y donde

$$\sigma^2(Z_1) = \sum_{t=0}^{\omega-x_j} [\ddot{a}_{\overline{t+1}|i}]^2 {}_t|q_{x_j} - [\ddot{a}_{x_j}]^2$$

$$\sigma^2(Z_2) = \sum_{t'=1}^{\omega-y_j} [K \cdot V^{t'} \cdot \partial_{y_j+t'}]^2 {}_{t'-1}|q_{x_j} \cdot {}_t'|p_{y_j} - [K \cdot \partial_{x_j|y_j}]^2$$

$$cov(Z_1 Z_2) = E(Z_1 Z_2) - E(Z_1)E(Z_2) =$$

$$= \sum_{t=0}^{\omega-x_j} \sum_{t'=1}^{\omega-y_j} (\partial_{t+1:i})(K \cdot V^{t'} \cdot \partial_{y_j+t'}) \cdot P(Z_1 = \partial_{t+1:i}; Z_2 = K \cdot V^{t'} \cdot \partial_{y_j+t'}) - (\partial_{x_j})(K \cdot \partial_{x_j|y_j})$$

Notación:

- $X$  = Variable aleatoria edad de muerte. Se asume que  $X$  es continua, con función de distribución  $F(x)$  conocida y  $F(0) = 0$

- $S(x) = P(X > x) = 1 - F(x)$ ,  $S(x)$  es la función de supervivencia. Representa la probabilidad de que un individuo alcance la edad exacta  $x$ .

- $(x)$  representa un individuo del colectivo con edad exacta  $x$ .

- ${}_np_x$  indica la probabilidad de que  $(x)$  alcance la edad exacta  $x + n$

$$\begin{aligned}
 &= P(X > x + n | X > x) \\
 &= \frac{P(X > x + n)}{P(X > x)} \\
 &= \frac{S(x + n)}{S(x)}
 \end{aligned}$$

## Apéndice D

# Nota técnica capítulo 4

Introducir notas página 123 y ss. del doc. de Jesús Vegas Asensio:

La renta vitalicia anual actuarialmente equivalente en los planes de aportación definida es:

$$F_{x_j} = R_{x_j} \ddot{a}_{x_j} + k R_{x_j} \ddot{a}_{x_j|y}$$

donde:

- $x_j$  = Edad de jubilación del partícipe
- $k$  = Fracción de la renta reversible al cónyuge del beneficiario cuya edad es  $Y_j$
- $\ddot{a}_{x_j|y}$  = Valor actual actuarial de una renta anual unitaria de supervivencia

y como se vio, el modelo estocástico viene especificado como la variable aleatoria

$$Z = \text{VA (pensiones del titular y del cónyuge)} = Z_1 + Z_2$$

Si se consideran las variables aleatorias (rentas unitarias):

- $Z_1$ , **correspondiente al titular**, cuyo espacio numérico es  $\{\ddot{a}_{\overline{t}|i}\}$ , siendo el tiempo de supervivencia  $t = 1, 2, \dots, \omega - y$  y con función de probabilidad  $P[Z_1 = \ddot{a}_{\overline{t}|i}] = {}_t|q_{x_j}$
- $Z_2$ , **correspondiente a la pensión de supervivencia** del cónyuge y con espacio muestral  $kv^t \ddot{a}_{y_j+t}$ ,  $t = 1, 2, \dots, \omega - y$  y con función de probabilidad  $P[Z_2 = kv^t \ddot{a}_{y_j+t}] = {}_{t-1}|q_{x_j} {}_t p_{y_j}$

A partir de estas distribuciones de  $Z_1$  y  $Z_2$ , se obtiene:

$$E[Z] = E(Z_1) + E(Z_2) = \ddot{a}_{x_j} + k \ddot{a}_{\overline{x_j}|y_j}$$

$$\sigma^2(Z) = \sigma^2(Z_1) + \sigma^2(Z_2) + 2\text{Cov}(Z_1 Z_2)$$

y donde

$$\sigma^2(Z_1) = \sum_{t=0}^{\omega-x_j} [\ddot{a}_{\overline{t+1}|i}]^2 {}_t|q_{x_j} - [\ddot{a}_{x_j}]^2$$

$$\sigma^2(Z_2) = \sum_{t'=1}^{\omega-y_j} [K \cdot V^{t'} \cdot \partial_{y_j+t'}]^2 {}_{t'-1}|q_{x_j} \cdot {}_{t'} p_{y_j} - [K \cdot \partial_{x_j|y_j}]^2$$

$$\text{cov}(Z_1 Z_2) = E(Z_1 Z_2) - E(Z_1)E(Z_2) =$$

$$= \sum_{t=0}^{\omega-x_j} \sum_{t'=1}^{\omega-y_j} (\partial_{t+1:i})(K \cdot V^{t'} \cdot \partial_{y_j+t'}) \cdot P(Z_1 = \partial_{t+1:i}; Z_2 = K \cdot V^{t'} \cdot \partial_{y_j+t'}) - (\partial_{x_j})(K \cdot \partial_{x_j|y_j})$$



## Apéndice E

# Códigos R para simulación

Los siguientes códigos han sido elaborados con el software **R** para el análisis estadístico. **R** es un software de libre acceso bajo el proyecto GNU que se puede descargar desde la página oficial <https://www.r-project.org>

### E.1. Códigos correspondientes al capítulo 1

La mayoría de los códigos de este capítulo tienen como fuente de datos organismos como el *Eurostat*, las *Naciones Unidas* y el *World Bank* los cuales poseen amplias bases de datos donde recogen multitud de estadísticas poniéndolas a disposición del usuario en diversos formatos. Al ser **R** un software de libre acceso, la comunidad científica también pone a disposición de forma libre, los códigos para que el usuario pueda replicar, simular y analizar sirviéndose como base los ya disponibles en los diferentes repositorios.

- **Figura 1.2:** Mapa de las estructuras de población en las regiones NUTS-3 en 2015.

El código para la elaboración de este mapa exige un fichero fuente principal que ejecuta el resto o código master

```
1 # Paso 1. Preparar la sesion en R
2 >source("R/0-prepare-r-session.R")
3
4 # Paso 2. Cargar las funciones 'customizadas'
5 >source("R/1-own-functions.R")
6
7 # Paso 3. Dibujar el mapa
8 >source("R/3-the-map.R")
```

LISTING E.1: Código master.

Previamente, se han de tener preparados los siguientes archivos:

```
1 # instalar 'pacman' para agilizar las instalaciones de paquetes adicionales
2 >if (!require("pacman", character.only = TRUE)){
3   install.packages("pacman", dep = TRUE)
4   if (!require("pacman", character.only = TRUE))
5     stop("Package not found")
6 }
7 # Paquetes requeridos
8 >pkgs <- c(
9   "tidyverse",
10  "ggtern",
11  "gridExtra",
12  "lubridate",
13  "ggthemes",
14  "extrafont",
15  "hrbrthemes",
16  "rgdal",
17  "rgeos",
18  "maptools",
19  "eurostat",
20  "tricolore"
21 )
22 # instalacion de paquetes que faltan solo si alguno ha desaparecido
23 >if (!sum(!p_isinstalled(pkgs))==0){
24   p_install(
25     package = pkgs[!p_isinstalled(pkgs)],
```

```

26         character.only = TRUE
27     )
28 }
29 # Cargar los paquetes
30 >p_load(pkgs, character.only = TRUE)
31
32 # Descargar la fuente Roboto Consensed font — renombrada posteriormente 'myfont'
33 >import_roboto_condensed()

```

LISTING E.2: Código 0 para preparar la sesión.

```

1 >gghole <- function(fort){
2     poly <- fort[fort$id %in% fort[fort$hole,]$id,]
3     hole <- fort[!fort$id %in% fort[fort$hole,]$id,]
4     out <- list(poly, hole)
5     names(out) <- c('poly', 'hole')
6     return(out)
7 }
8 # Funcion para crear limites de aumento
9 >zoom_limits <- function(
10     df,
11     keep_center = TRUE,
12     one_pp_margin = FALSE,
13     center = apply(df, 2, mean)
14 ) {
15     mins <- apply(df, 2, min)
16     span <- max(apply(df, 2, function(x) diff(range(x))))
17     if(one_pp_margin == TRUE & min(mins) > .01){
18         mins <- mins - .01
19         span <- span + .01
20     }
21     if(keep_center == TRUE){
22         limits <- rbind(
23             center - (1/3)*span/(sqrt(2)/2),
24             center + (2/3)*span/(sqrt(2)/2)
25         )
26     } else {
27         limits <- rbind(
28             mins,
29             c(1 - (mins[2] + mins[3]),
30               1 - (mins[1] + mins[3]),
31               1 - (mins[1] + mins[2])
32             )
33         )
34     }
35     return(limits)
36 }
37 # coordenadas y etiquetas para las lineas de cuadrícula centradas del diagrama ternario
38 >TernaryCentroidGrid <- function (center) {
39     labels <- seq(-1, 1, 0.1)
40     labels <- data.frame(
41         L = labels[labels >= -center[1]][1:10],
42         T = labels[labels >= -center[2]][1:10],
43         R = labels[labels >= -center[3]][1:10]
44     )
45     breaks = data.frame(
46         L = labels$L + center[1],
47         T = labels$T + center[2],
48         R = labels$R + center[3]
49     )
50     list(labels = labels, breaks = breaks)
51 }

```

LISTING E.3: Código 1 con las funciones propias.

```

1 # cargar datos previamente guardados

```

```

2 >load("data/180523-both15.RData")
3 >load("data/180523-geodata.RData")
4
5 # crear mapa en blanco
6 >basemap <- ggplot()+
7   geom_polygon(data = neigh,
8     aes(x = long, y = lat, group = group),
9     fill = "grey90", color = "grey90")+
10   coord_equal(ylim = c(1350000,5550000), xlim = c(2500000, 7500000))+
11   theme_map(base_family = font_rc)+
12   theme(panel.border = element_rect(color = "black", size = .5, fill = NA),
13     legend.position = c(1, 1),
14     legend.justification = c(1, 1),
15     legend.background = element_rect(colour = NA, fill = NA),
16     legend.title = element_text(size = 15),
17     legend.text = element_text(size = 15))+
18   scale_x_continuous(expand = c(0,0)) +
19   scale_y_continuous(expand = c(0,0)) +
20   labs(x = NULL, y = NULL)
21
22 # Leyenda
23
24 # Media de los datos completos — incluyendo Turquía
25 >center <- both15 %>%
26   select(2:6) %>%
27   summarise_all(.funs = funs(sum)) %>%
28   transmute(e = Y_GE65 / TOTAL,
29     w = 'Y15-64' / TOTAL,
30     y = Y_LT15 / TOTAL) %>%
31   gather() %>% pull(value)
32
33 >mins <- apply(both15 %>% select(so, sw, sy), 2, min)
34 >zommed_side <- (1 - (mins[2] + mins[3])) - mins[1]
35 >>true_scale <- 1 / zommed_side
36
37 >tric_diff <- Tricolore(both15, p1 = 'Y_GE65', p2 = 'Y15-64', p3 = 'Y_LT15',
38   center = center, spread = true_scale, show_data = F,
39   contrast = .5, lightness = 1, chroma = 1, hue = 2/12)
40
41 # a adir proporciones de color al mapa
42 >both15$rgb_diff <- tric_diff$hexsrgb
43
44 # panel de puntos porcentuales
45 >legend_grid <- TernaryCentroidGrid(center)
46
47 >legend_limits <- zoom_limits(
48   df = both15 %>% select(so, sw, sy),
49   keep_center = FALSE,
50   one_pp_margin = TRUE
51 )
52
53 # output de la leyenda principal
54
55 >tric_diff$legend +
56   geom_point(data = both15, aes(so, sw, z = sy),
57     shape = 46, color = "grey20", size = 3)+
58   geom_point(data = both15 %>% filter(str_sub(id, 1, 4)=="UKI4"),
59     aes(so, sw, z = sy),
60     shape = 1, color = "darkgreen", size = 3)+
61   geom_point(data = both15 %>% filter(id == "TRC11"),
62     aes(so, sw, z = sy),
63     shape = 1, color = "darkblue", size = 3)+
64   geom_point(data = both15 %>% filter(id == "ES113"),
65     aes(so, sw, z = sy),
66     shape = 1, color = "darkred", size = 3)+

```



```

67     geom_point(data = tibble(so = center[1], sw = center[2], sy = center[3]),
68               aes(so, sw, z = sy),
69               shape = 43, color = "white", size = 5)+
70     scale_L_continuous("Mayores\n(65+)", limits = legend_limits[,1]) +
71     scale_T_continuous("Edad laboral\n(15-64)", limits = legend_limits[,2]) +
72     scale_R_continuous("J venes\n(0-14)", limits = legend_limits[,3]) +
73     Larrowlab("% edad 65+") +
74     Tarrowlab("% edad 15-64") +
75     Rarrowlab("% edad 0-14") +
76     theme_classic() +
77     theme(plot.background = element_rect(fill = "grey90", colour = NA),
78           tern.axis.arrow.show = TRUE,
79           tern.axis.ticks.length.major = unit(12, "pt"),
80           tern.axis.text = element_text(size = 12, colour = "grey20"),
81           tern.axis.title.T = element_text(),
82           tern.axis.title.L = element_text(hjust = 0.2, vjust = 0.7, angle = -60),
83           tern.axis.title.R = element_text(hjust = 0.8, vjust = 0.6, angle = 60),
84           text = element_text(family = font_rc, size = 14, color = "grey20"))
85
86 >legend_main <- last_plot()
87
88 >center
89
90 >both15 %>% filter(str_sub(id, 1, 4)=="UKI4") %>%
91   summarise(so = so %>% mean, sw = sw %>% mean, sy = sy %>% mean)
92
93 >both15 %>% filter(id == "TRC11") %>% select(so:sy)
94
95 >both15 %>% filter(id == "ES113") %>% select(so:sy)
96
97 # explicacion grafico ternario
98
99 >ggtern() +
100   geom_point(data = both15, aes(so, sw, z = sy),
101             shape = 46, color = "grey20", size = 1)+
102   geom_Lline(data = center, Lintercept = center[1], color = "gold", size = 1)+
103   geom_Tline(data = center, Tintercept = center[2], color = "cyan", size = 1)+
104   geom_Rline(data = center, Rintercept = center[3], color = "magenta", size = 1)+
105   scale_L_continuous("M", limits = legend_limits[,1]) +
106   scale_T_continuous("L", limits = legend_limits[,2]) +
107   scale_R_continuous("J", limits = legend_limits[,3]) +
108   geom_point(data = tibble(so = center[1], sw = center[2], sy = center[3]),
109             aes(so, sw, z = sy),
110             shape = 43, color = "grey10", size = 5)+
111   theme_classic() +
112   theme(plot.background = element_rect(fill = NA, colour = NA),
113         text = element_text(family = font_rc, size = 10, color = "grey20"),
114         tern.axis.line.L = element_line(color = "gold", size = 1),
115         tern.axis.line.T = element_line(color = "cyan", size = 1),
116         tern.axis.line.R = element_line(color = "magenta", size = 1))
117
118 >legend_explain <- last_plot()
119
120 >ggplot()+
121   coord_equal(xlim = c(0, 1), ylim = c(0, .5), expand = c(0,0))+
122   scale_y_continuous(limits = c(0, .5))+
123
124   annotation_custom(ggplotGrob(legend_explain),
125                     xmin = -.025, xmax = .5,
126                     ymin = -.025, ymax = .475)+
127
128   theme_map() %+replace%
129   theme(plot.margin=grid::unit(rep(-0.2, 4), "lines"),
130         plot.background = element_rect(fill = NA, colour = NA))+
131

```

```

132   annotate("text", x = .5, y = .48, hjust = .5, vjust = 1,
133           label = toupper("interpretacion del esquema ternario"),
134           size = 5, family = font_rc, color = "grey20")+
135
136   geom_curve(data = tibble(x = .325, y = .35, xend = .225, yend = .3),
137             aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
138             curvature = .3,
139             color = "cyan",
140             arrow = arrow(type = "closed", length = unit(0.1, "cm")))+
141   annotate("text", x = .335, y = .4, hjust = 0, vjust = 1, lineheight = .9,
142           label = "Mas gente en EDAD LABORAL en este paralelogramo,\ncomparado con
la media UE; menos ninos y ancianos\n(encima linea azul, debajo lineas rosas y
amarillas)",
143           size = 3.75, family = font_rc, fontface = 3, color = "cyan3")+
144
145   geom_curve(data = tibble(x = .55, y = .225, xend = .275, yend = .225),
146             aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
147             curvature = .15,
148             color = "mediumpurple1",
149             arrow = arrow(type = "closed", length = unit(0.1, "cm")))+
150   annotate("text", x = .56, y = .225, hjust = 0, vjust = .5, lineheight = .9,
151           label = "Menos gente MAYOR\nen este tri ngulo;\nm s ni os y adultos",
152           size = 3.75, family = font_rc, fontface = 3, color = "mediumpurple3")+
153
154   geom_curve(data = tibble(x = .75, y = .1, xend = .325, yend = .1),
155             aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
156             curvature = 0,
157             color = "magenta",
158             arrow = arrow(type = "closed", length = unit(0.1, "cm")))+
159   annotate("text", x = .76, y = .1, hjust = 0, vjust = .5, lineheight = .9,
160           label = "Mas NINOS; menos\nadultos y ancianos",
161           size = 3.75, family = font_rc, fontface = 3, color = "magenta3")+
162
163   >explanation <- last_plot()
164
165   >ggplot()+
166     coord_equal(xlim = c(0, 1), ylim = c(0, 1.4), expand = c(0,0))+
167
168     annotate("text", x = .5, y = 1.37, hjust = .5, vjust = 1,
169           label = toupper("Esquema de c digos -color"),
170           size = 7, family = font_rc, color = "grey20")+
171     annotation_custom(ggplotGrob(legend_main),
172                       xmin = .02, xmax = .98,
173                       ymin = .5, ymax = 1.3)+
174
175     annotation_custom(ggplotGrob(explanation),
176                       xmin = -.01, xmax = .99,
177                       ymin = -.03, ymax = .47)+
178
179     geom_curve(data = tibble(x = .33, y = 1.15, xend = .4375, yend = .8175),
180               aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
181               curvature = -0.3,
182               color = "white",
183               arrow = arrow(type = "closed", length = unit(0.1, "cm")))+
184     annotate("text", x = .315, y = 1.15, hjust = 1, vjust = .5, lineheight = .9,
185           label = "Estructura de edad de\nla poblaci n Europea:\nJovenes — 16.7%
\nEdad laboral — 65.8% \nAncianos — 17.4%",
186           size = 4, family = font_rc, fontface = 3, color = "grey20")+
187
188     geom_curve(data = tibble(x = .73, y = 1.12, xend = .535, yend = .935),
189               aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
190               curvature = 0.45,
191               color = "darkgreen", size = .5,
192               arrow = arrow(type = "closed", length = unit(0.1, "cm")))+
193     annotate("text", x = .95, y = 1.12, hjust = 1, vjust = .5, lineheight = .9,

```

```

194     label = "Interior Londres — Este\\nestructura de edad media:\\nJovenes —
18.4% \\nEdad laboral — 73.9% \\nAncianos — 7.6%",
195     size = 4, family = font_rc, fontface = 3, color = "grey20")+
196
197     geom_curve(data = tibble(x = .89, y = .74, xend = .71, yend = .735),
198               aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
199               curvature = -0.45,
200               color = "darkblue", size = .5,
201               arrow = arrow(type = "closed", length = unit(0.1, "cm")))+
202     annotate("text", x = .95, y = .84, hjust = 1, vjust = .5, lineheight = .9,
203            label = "Gaziantep\\n(Turqu a):\\nJ — 33.6% \\nL — 61.5% \\nM — 4.9%",
204            size = 3.5, family = font_rc, fontface = 3, color = "grey20")+
205
206     geom_curve(data = tibble(x = .13, y = .74, xend = .245, yend = .71),
207               aes(x = x, y = y, xend = xend, yend = yend),
208               curvature = 0.25,
209               color = "darkred", size = .5,
210               arrow = arrow(type = "closed", length = unit(0.1, "cm")))+
211     annotate("text", x = .19, y = .84, hjust = 1, vjust = .5, lineheight = .9,
212            label = "Provincia de\\nOrense (Espa a):\\nJ — 9.7% \\nL — 59.9% \\nM —
30.4%",
213            size = 3.5, family = font_rc, fontface = 3, color = "grey20")+
214
215     theme_map()+
216     theme(text = element_text(family = font_rc, lineheight = .75)) %+replace%
217     theme(plot.margin=grid::unit(rep(-0.2, 4), "lines"),
218           plot.background = element_rect(fill = "grey90", colour = "grey20"))
219
220 legend <- last_plot()
221
222 # assemble the final plot
223 basemap +
224   geom_map(map = gghole(gd3)[[1]], data = both15,
225           aes(map_id = id, fill = rgb_diff))+
226   geom_map(map = gghole(gd3)[[2]], data = both15,
227           aes(map_id = id, fill = rgb_diff))+
228   scale_fill_identity()+
229   geom_path(data = bord, aes(long, lat, group = group),
230            color = "white", size = .5)+
231   theme(legend.position = "none") +
232   annotation_custom(ggplotGrob(legend),
233                     xmin = 56.5e5, xmax = 74.5e5,
234                     ymin = 28.8e5, ymax = 55.8e5)+
235
236   # autor
237   annotate("text", x = 67e5, y = 17.2e5, hjust = 0, vjust = 0,
238           label = " Jose R. Caro Barrera", fontface = 2,
239           size = 5, family = font_rc, color = "grey20")+
240   annotate("text", x = 67e5, y = 16.5e5, hjust = 0, vjust = 0,
241           label = "jrcarobarrera@gmail.com",
242           size = 4.5, family = font_rc, color = "grey40")+
243   annotate("text", x = 68.5e5, y = 15.5e5, hjust = 0, vjust = 0,
244           label = "A partir de", fontface = 2,
245           size = 4, family = font_rc, color = "#35978f")+
246   annotate("text", x = 74.5e5, y = 14.7e5, hjust = 1, vjust = 0,
247           label = "J. Sch ley & I. Kashnitsky", fontface = 1,
248           size = 4.5, family = font_rc, color = "grey20")+
249   #annotate("text", x = 74.5e5, y = 14e5, hjust = 1, vjust = 0,
250           #label = "Ilya Kashnitsky",
251           #size = 4.5, family = font_rc, color = "grey40")+
252
253   # fecha
254   #annotate("text", x = 67e5, y = 14.7e5, hjust = 0, vjust = 0,
255           #label = "2018", fontface = 2,
256           #size = 5, family = font_rc, color = "#35978f")+
257
258   # datos
259   annotate("text", x = 26e5, y = 14e5, hjust = 0, vjust = 0, lineheight = .9,

```

```

257     label = "Datos: Eurostat , 2015; Geodata: NUTS 2013\nReproduce: https://
      github.com/ikashnitsky/the-lancet-2018",
258     size = 4.5, family = font_rc, color = "grey50")+
259     # titulo
260     annotate("text", x = 26e5, y = 55e5, hjust = 0, vjust = 1,
261     label = "ESTRUCTURAS DE POBLACION REGIONAL",
262     size = 8, family = font_rc, color = "grey20")
263
264 >together <- last_plot()
265
266 # guardar
267 >ggsave("nombre", together, width = 17, height = 13.76, dpi = 750, type = "cairo-png")

```

LISTING E.4: Código 2 con la construcción del mapa

- **Figura 1.3:** Mapa clasificación urbana y rural NUTS-2 de Europa según Eurostat.

```

1 > library(tidyverse)
2 > library(ggthemes)
3 > library(rgdal)
4 > library(viridis)
5 > library(RColorBrewer)
6 > library(extrafont)
7 > myfont <- "Roboto Condensed"
8
9 # load the already prepared data
10 > load(url("https://ikashnitsky.github.io/share/1705-map-subplots/df-27-261-urb-rur.RData"))
11
12 # fortify spatial objects
13 > bord <- fortify(Sborders)
14 > fort <- fortify(Sn2, region = "id")
15
16 > fort_map <- left_join(df, fort, "id")
17
18 # create a blank map
19 > basemap <- ggplot()+
20   geom_polygon(data = fortify(Sneighbors), aes(x = long, y = lat, group = group),
21   fill = "grey90", color = "grey90")+
22   coord_equal(ylim = c(1350000, 5450000), xlim = c(2500000, 6600000))+
23   theme_map(base_family = myfont)+
24   theme(panel.border = element_rect(color = "black", size = .5, fill = NA),
25   legend.position = c(1, 1),
26   legend.justification = c(1, 1),
27   legend.background = element_rect(colour = NA, fill = NA),
28   legend.title = element_text(size = 15),
29   legend.text = element_text(size = 15))+
30 > scale_x_continuous(expand = c(0,0)) +
31 > scale_y_continuous(expand = c(0,0)) +
32 > labs(x = NULL, y = NULL)
33
34 > ggsave(filename = "mapabase.png", basemap, width = 5, height = 5)
35
36 > makeplot_mosaic <- function(data, x, y, ...){
37   xvar <- deparse(substitute(x))
38   yvar <- deparse(substitute(y))
39   mydata <- data[c(xvar, yvar)];
40   mytable <- table(mydata);
41   widths <- c(0, cumsum(apply(mytable, 1, sum)));
42   heights <- apply(mytable, 1, function(x){c(0, cumsum(x/sum(x)))});
43
44 > alldata <- data.frame();
45 > allnames <- data.frame();
46 > for(i in 1:nrow(mytable)){
47   for(j in 1:ncol(mytable)){
48     alldata <- rbind(alldata, c(widths[i],

```

```

49           widths[i+1],
50           heights[j, i],
51           heights[j+1, i]));
52   }
53 }
54 > colnames(alldata) <- c("xmin", "xmax", "ymin", "ymax")
55
56 > alldata[[xvar]] <- rep(dimnames(mytable)[[1]],
57                         rep(ncol(mytable), nrow(mytable)));
58 > alldata[[yvar]] <- rep(dimnames(mytable)[[2]], nrow(mytable));
59
60 > ggplot(alldata, aes(xmin=xmin, xmax=xmax, ymin=ymin, ymax=ymax)) +
61   geom_rect(color="white", aes_string(fill=yvar)) +
62   xlab(paste(xvar, "(count)")) +
63   ylab(paste(yvar, "(proportion)"));
64 }
65
66 > typ_mosaic <- makeplot_mosaic(data = df %>% mutate(type = as.numeric(type)),
67                               x = subregion, y = type)+
68 > theme_void()+
69   scale_fill_viridis(option = "B", discrete = T, end = .8)+
70   scale_y_continuous(limits = c(0, 1.4))+
71   annotate("text", x = c(27, 82.5, 186), y = 1.05,
72           label=c("ESTE", "SUR", "OESTE"),
73           size = 4, fontface = 2,
74           vjust = 0.5, hjust = 0,
75           family = myfont) +
76   coord_flip()+
77   theme(legend.position = "none")
78
79 > ggsave(filename = "mosaico.png", typ_mosaic, width = 4, height = 3)
80
81 > gghole <- function(fort) {
82   poly <- fort[fort$id %in% fort[fort$hole, ]$id, ]
83   hole <- fort[!fort$id %in% fort[fort$hole, ]$id, ]
84   out <- list(poly, hole)
85   names(out) <- c("poly", "hole")
86   return(out)
87 }
88 # pal para las subregiones
89 > brbg3 <- brewer.pal(11, "BrBG")[c(8,2,11)]
90
91 # anotar mapas con las subregiones de Europa
92 > an_sub <- basemap +
93 > geom_polygon(data = gghole(fort_map)[[1]],
94               aes(x = long, y = lat, group = group, fill = subregion),
95               color = NA)+
96 > geom_polygon(data = gghole(fort_map)[[2]],
97               aes(x = long, y = lat, group = group, fill = subregion),
98               color = NA)+
99 > scale_fill_manual(values = rev(brbg3)) +
100 > theme(legend.position = "none")
101
102 > ggsave(filename = "sub.png", an_sub, width = 4, height = 4)
103
104 # finalmente el mapa de la tipología Urb/Rur
105
106 > caption <- "Clasificacion: De Beer, J., Van Der Gaag, N., & Van Der Erf, R. (2014).\n
107   Nueva clasificacion de las regiones urbanas y rurales en Europa NUTS-2. NIDI Working
108   Papers, 2014/3.\n Extraido de http://www.nidi.nl/shared/content/output/papers/nidi-wp
109   -2014-03.pdf\n Hecho con R - \copyright Jose R. Caro Barrera a partir de I. Kashnitsky
110   "
111
112 > typ <- basemap +
113   geom_polygon(data = gghole(fort_map)[[1]],

```

```

110         aes(x=long, y=lat, group=group, fill=type),
111         color="grey30", size=.1)+
112 geom_polygon(data = gghole(fort_map)[[2]],
113             aes(x=long, y=lat, group=group, fill=type),
114             color="grey30", size=.1)+
115 scale_fill_viridis("NEUJOBS\\nclasificacion de \nregiones NUTS-2",
116                 option = "B", discrete = T, end = .8)+
117 geom_path(data = bord, aes(x = long, y = lat, group = group),
118         color = "grey20", size = .5) +
119 annotation_custom(grob = ggplotGrob(typ_mosaic),
120                 xmin = 2500000, xmax = 4000000,
121                 ymin = 4450000, ymax = 5450000)+
122 annotation_custom(grob = ggplotGrob(an_sub),
123                 xmin = 5400000, xmax = 6600000,
124                 ymin = 2950000, ymax = 4150000)+
125 labs(title = "Clasificacion Urbana / Rural de las regiones NUTS-2 de Europa\n",
126      caption = paste(strwrap(caption, width = 95), collapse = '\n'))+
127 theme(plot.title = element_text(size = 18),
128      plot.caption = element_text(size = 12))
129
130 > ggsave(filename = "mapa.png", typ, width = 6.5, height = 8, dpi = 300)

```

LISTING E.5: Código R para la elaboración de la clasificación urbana/rural regiones NUTS-2 correspondiente a la figura 1.3

- **Figura 1.4:** Convergencia mundial en la esperanza de vida masculina al nacer desde 1950.

```

1 > library(tidyverse)
2 > library(forcats)
3 > library(wpp2017)
4 > library(ggjoy)
5 > library(viridis)
6 > library(extrafont)
7
8 > data(UNlocations)
9
10 > countries <- UNlocations %>%
11   filter(location_type == 4) %>%
12   transmute(name = name %>% paste()) %>%
13   as_vector()
14
15 > data(e0M)
16
17 > e0M %>%
18   filter(country %in% countries) %>%
19   select(-last_observed) %>%
20   gather(period, value, 3:15) %>%
21   ggplot(aes(x = value, y = period %>% fct_rev()))+
22   geom_joy(aes(fill = period))+
23   scale_fill_viridis(discrete = T, option = "B", direction = -1,
24                     begin = .1, end = .9)+
25   labs(x = "Esperanza de vida masculina al nacer",
26        y = "Período",
27        title = "Convergencia mundial en la esperanza de vida masculina al nacer desde 1950",
28        caption = "Jose Rafael Caro Barrera – Hecho con R")+
29   theme_minimal(base_family = "Roboto Condensed", base_size = 15)+
30   theme(legend.position = "none")

```

LISTING E.6: Código R para la elaboración de la convergencia mundial en la esperanza de vida masculina al nacer correspondiente a la figura 1.4

## E.2. Códigos correspondientes al capítulo 2

### E.2.1. Modelo de fertilidad

El siguiente código está hecho sobre la base propuesta por *Sevcíková, Alkema y Raftery, (2018) [1]* con la modificación introducida para el país, España en nuestro caso y con datos de población total. El intervalo de edad se ha incrementado hasta los 90 años y el periodo de estudio comprende hasta el año 2014, último año de la base de datos de la que hemos extraído la información ([www.mortality.org](http://www.mortality.org)). Hemos debido introducir una corrección al código, línea 5, pues había datos no disponibles en la fuente original. Mediante la modificación introducida en dicha línea se han suprimido todas las advertencias.

```

1 > library("bayesTFR")
2
3 # Creacion de los directorios de trabajo y calculo de las iteraciones
4 > simulation.dir <- file.path(getwd(), "fertsimul")
5 > m1 <- run.tfr.mcmc(nr.chains=5, iter=7000, output.dir=simulation.dir, seed=1) # el
  proceso de iteracion puede llevar varias horas
6 > m2 <- continue.tfr.mcmc(iter=1000, output.dir=simulation.dir)
7 > m3 <- get.tfr.mcmc(sim.dir=simulation.dir)
8 > m3.chain2 <- tfr.mcmc(m3, chain.id=2)
9
10 # Section 1.2
11 > pred1 <- tfr.predict(sim.dir=simulation.dir, end.year=2100, burnin=2000, nr.traj=3000,
  verbose=TRUE)
12 > pred2 <- get.tfr.prediction(sim.dir=simulation.dir)
13
14 # Section 2.2
15 # Resumen de las funciones
16 > summary(m3, meta.only=TRUE)
17 > summary(m3, country="Spain", par.names=NULL, thin=10, burnin=2000)
18 > summary(pred2, country="Spain")
19
20 # Trayectorias y curvas DL
21 > tfr.trajectories.plot(pred2, country="Spain", pi=c(95, 80, 75), nr.traj=100) # Figure 2
  (left)
22 > tfr.trajectories.table(pred2, country="Spain", pi=c(95, 80, 75))
23 > tfr.trajectories.plot.all(pred2, output.dir="trajplotall", nr.traj=100, output.type="pdf",
  verbose=TRUE)
24 > DLcurve.plot(country="Spain", mcmc.list=m3, burnin=2000, pi=c(95, 80, 75), nr.curves
  =100) # Figure 2 (right)
25 > DLcurve.plot.all(m3, output.dir="DLplotall", nr.curves=100, output.type="pdf", burnin
  =2000, verbose=TRUE)
26
27 # ##### Creacion del mapa en el navegador #####
28 > tfr.map(pred2)
29 > params <- get.tfr.map.parameters(pred2)
30 > do.call("tfr.map", params) # Figure 3
31 > do.call("tfr.map", c(list(projection.year=2053, device="png", device.args=list(width
  =1000, file="worldTFR2053.png")), params));
32 > dev.off() # Figura
33 > tfr.map.all(pred2, output.dir="tfrmaps", output.type="pdf")
34 > tfr.map.gvis(pred2, 2053)
35
36 # Parametros y densidades
37 > tfr.partraces.plot(mcmc.list=m3, par.names="Triangle4", nr.points=100) # Figure 5 (left)
38 > tfr.partraces.cs.plot(country="Spain", mcmc.list=m3, nr.points=100, par.names="Triangle_
  c4") # Figure 5 (right)
39 > tfr.pardensity.plot(pred2, par.names=c("alphan", "Triangle4", "delta", "sigma0"), dev.
  ncol=4, bw=0.05) # Figure 6
40
41 # Convergencia
42 > diag1 <- tfr.diagnose(simulation.dir, thin=10, burnin=2000)
43 > diag2 <- get.tfr.convergence(simulation.dir, thin=10, burnin=2000)
44 > summary(diag2)

```



```

45 > diag.list <- get.tfr.convergence.all(simulation.dir)
46
47 # Section 2.3
48 > data("UN2008")
49 > colnames(UN2008)
50 > data("WPP2008_LOCATIONS")
51 > WPP2008_LOCATIONS[,2:3]
52 > WPP2008_LOCATIONS[WPP2008_LOCATIONS[, "include_code"]==2,2:3]
53
54 # Section 2.4
55 > m4 <- run.tfr.mcmc.extra(simulation.dir, countries=900)
56 > pred3 <- tfr.predict.extra(simulation.dir, save.as.ascii=0)
57 > summary(m4, country=900, par.names=NULL)
58 > summary(pred3, country=900)
59 > tfr.trajectories.plot(pred3, country=900, nr.traj=100) # Figure 7 (left)
60 > DLcurve.plot(country=900, mcmc.list=m4, burnin=2000, nr.curves=100) # Figure 7 (right)
61
62 # Section 2.5
63 > simulation.dir.miss <- file.path(getwd(), "runwithmissingdata")
64 > my.tfr.file <- file.path(find.package("bayesTFR"), "data", "UN2008_with_last_obs.txt")
65 > m5 <- run.tfr.mcmc(nr.chains=5, iter=8000, output.dir=simulation.dir.miss, my.tfr.file=
  my.tfr.file) # can take long time to run
66 > pred4 <- tfr.predict(sim.dir=simulation.dir.miss, end.year=2100, burnin=2000, nr.traj
  =3000, verbose=TRUE)
67 > tfr.trajectories.plot(pred4, country="Spain", nr.traj=100) # Figure 8 (left)
68 > tfr.trajectories.plot(pred2, country="Spain", nr.traj=100) # Figure 8 (right)

```

LISTING E.7: Código R para modelo de simulación de fertilidad correspondiente a la sección 2.2

## E.2.2. Modelos de mortalidad

Los siguientes códigos están hechos sobre la base propuesta por *Villegas y Millosovich (2016)* [2] y *Spedicato y Clemente (2013)* [3] con la modificación introducida para el país, España en nuestro caso y con datos de población masculina, femenina y total. El intervalo de edad se ha incrementado hasta los 90-110 años y el periodo de estudio comprende hasta el año 2016, último año de la base de datos de la que hemos extraído la información ([www.mortality.org](http://www.mortality.org)). Hemos debido introducir una corrección al código, línea 5, pues había datos no disponibles en la fuente original. Mediante la modificación introducida en dicha línea se han suprimido todas las advertencias.

```

1 #Codigo para la simulacion, web de referencia: Human Mortality Database en www.mortality.
  org
2 > library("StMoMo")
3 > library(demography)
4
5 > ESPdata <- hmd.mx(country = "ESP", username = "usuario de la base de datos", password =
  password)
6 > suppressWarnings(hmd.mx(country = "ESP", username = "usuario de la base de datos",
  password = "password"))
7
8 > Ext_ESP <- ESPdata$pop$total
9 > Dxt_ESP <- ESPdata$rate$total * Ext_ESP
10
11 > LCfit_ESP <- fit(lc(), Dxt = Dxt_ESP, Ext = Ext_ESP, ages = ESPdata$age, years = ESPdata
  $year, ages.fit = 0:90, years.fit = 1985:2014)
12
13 > LCboot_ESP <- bootstrap(LCfit_ESP, nBoot = 2000, type = "semiparametric")
14 > plot(LCboot_ESP)
15
16 > LCsimPU_ESP <- simulate(LCboot_ESP, h = 24)
17 > LCfor_ESP <- forecast(LCfit_ESP, h = 24)
18 > LCsim_ESP <- simulate(LCfit_ESP, nsim = 2000, h = 24)
19 > mxt <- LCfit_ESP$Dxt / LCfit_ESP$Ext
20 > mxtHat <- fitted(LCfit_ESP, type = "rates")
21 > mxtCentral <- LCfor_ESP$rates

```



```

22 > mxtPred2.5 <- apply(LCsim_ESP$rates, c(1, 2), quantile, probs = 0.025)
23 > mxtPred97.5 <- apply(LCsim_ESP$rates, c(1, 2), quantile, probs = 0.975)
24 > mxtHatPU2.5 <- apply(LCsimPU_ESP$fitted, c(1, 2), quantile, probs = 0.025)
25 > mxtHatPU97.5 <- apply(LCsimPU_ESP$fitted, c(1, 2), quantile, probs = 0.975)
26 > mxtPredPU2.5 <- apply(LCsimPU_ESP$rates, c(1, 2), quantile, probs = 0.025)
27 > mxtPredPU97.5 <- apply(LCsimPU_ESP$rates, c(1, 2), quantile, probs = 0.975)
28 > x <- c("40", "60", "80")
29 > matplot(LCfit_ESP$years, t(mxt[x, ]),
30 + xlim = range(LCfit_ESP$years, LCfor_ESP$years),
31 + ylim = range(mxtHatPU97.5[x, ], mxtPredPU2.5[x, ], mxt[x, ]),
32 + type = "p", xlab = "years", ylab = "mortality rates (log scale)",
33 + log = "y", pch = 20, col = "black")
34 > matlines(LCfit_ESP$years, t(mxtHat[x, ]), lty = 1, col = "black")
35 > matlines(LCfit_ESP$years, t(mxtHatPU2.5[x, ]), lty = 5, col = "red")
36 > matlines(LCfit_ESP$years, t(mxtHatPU97.5[x, ]), lty = 5, col = "red")
37 > matlines(LCfor_ESP$years, t(mxtCentral[x, ]), lty = 4, col = "black")
38 > matlines(LCsim_ESP$years, t(mxtPredPU2.5[x, ]), lty = 3, col = "black")
39 > matlines(LCsim_ESP$years, t(mxtPredPU97.5[x, ]), lty = 3, col = "black")
40 > matlines(LCsimPU_ESP$years, t(mxtPredPU2.5[x, ]), lty = 5, col = "red")
41 > matlines(LCsimPU_ESP$years, t(mxtPredPU97.5[x, ]), lty = 5, col = "red")
42 > text(1986, mxtHatPU2.5[x, "1995"], labels = c("x=40", "x=60", "x=80"))

```

LISTING E.8: Código R para modelo de simulación estocástica de mortalidad correspondiente a la sección 2.3

```

1 # Mortality forecasting based on Hyndman et. al (2011) and Spedicato (2013).
2 # Code replicated from "Mortality projection with demography and lifecontingencies
  packages" adapted to spanish population.
3
4 rm(list=ls())
5 library(demography)
6 library(lifecontingencies)
7 library(forecast)
8
9 # Load data from HMD
10 spainDemo<-hmd.mx(country="ESP", username="jrcarobarrera@gmail.com",
11 password = "doctorado2018", label = "Spain")
12
13 #load(file="mortalityDatasets.RData")
14
15 par(mfrow=c(1,3))
16 plot(spainDemo, series="male", datatype="rate", main="Tasa Masculina", xlab = "Edad")
17 plot(spainDemo, series="female", datatype="rate", main="Tasa Femenina", xlab = "Edad")
18 plot(spainDemo, "total", datatype="rate", main="Tasa Total", xlab = "Edad")
19
20 par(mfrow=c(1,3))
21 plot(spainDemo, series = "male", datatype = "rate",
22      plot.type = "time", main = "Tasa Masculina", xlab = "A os")
23 plot(spainDemo, series = "female", datatype = "rate",
24      plot.type = "time", main = "Tasa Femenina", xlab = "A os")
25 plot(spainDemo, series = "total", datatype = "rate",
26      plot.type = "time", main = "Tasa Total", xlab = "A os")
27
28 spainLcaM<-lca(spainDemo, series="male", max.age=100)
29 spainLcaF<-lca(spainDemo, series="female", max.age=100)
30 spainLcaT<-lca(spainDemo, series="total", max.age=100)
31
32 par(mfrow=c(1,3))
33 plot(spainLcaT$ax, main = "ax", xlab = "Edad", ylab = "ax", type = "l")
34 lines(x = spainLcaF$age, y = spainLcaF$ax, main = "ax", col = "red")
35 lines(x = spainLcaM$age, y = spainLcaM$ax, main = "ax", col = "blue")
36 legend("topleft", c("Masculino", "Femenino", "Total"),
37      cex = 0.8, col = c("blue", "red", "black"), lty = 1);
38 plot(spainLcaT$bx, main = "bx", xlab = "Edad", ylab = "bx", type = "l")
39 lines(x = spainLcaF$age, y = spainLcaF$bx, main = "bx", col = "red")
40 lines(x = spainLcaM$age, y = spainLcaM$bx, main = "bx", col = "blue")

```

```

41 legend("topright" , c("Masculino","Femenino","Total") ,
42       cex = 0.8, col = c("blue","red","black"),lty = 1);
43 plot(spainLcaT$kt, main = "kt", xlab = "A o", ylab = "kt", type = "l")
44 lines(x = spainLcaF$year, y = spainLcaF$kt, main="kt", col="red")
45 lines(x = spainLcaM$year, y = spainLcaM$kt, main="kt", col="blue")
46 legend("topright" , c("Masculino","Femenino","Total") ,
47       cex = 0.8, col = c("blue","red","black"),lty = 1);
48
49 fM <- forecast(spainLcaM, h = 110)
50 fF <- forecast(spainLcaF, h = 110)
51 fT <- forecast(spainLcaT, h = 110)
52
53 par(mfrow = c(1,3))
54 plot(fM$kt.f,main="Masculino")
55 plot(fF$kt.f,main="Femenino")
56 plot(fT$kt.f,main="Total")
57
58 ratesM<-cbind(spainDemo$rate$male[1:100,],fM$rate$male[1:100,])
59 ratesF<-cbind(spainDemo$rate$female[1:100,],fF$rate$female[1:100,])
60 ratesT<-cbind(spainDemo$rate$total[1:100,],fT$rate$total[1:100,])
61
62 par(mfrow=c(1,1))
63 plot(seq(min(spainDemo$year),max(spainDemo$year)+110),ratesF[65,],
64      col="red",xlab="A os",ylab="Tasas de fallecimiento",type="l")
65 lines(seq(min(spainDemo$year),max(spainDemo$year)+110),ratesM[65,],
66      col="blue",xlab="A os",ylab="Tasas de fallecimiento")
67 lines(seq(min(spainDemo$year),max(spainDemo$year)+110),ratesT[65,],
68      col="black",xlab="A os",ylab="Tasas de fallecimiento")
69 legend("topright" , c("Masculino","Femenino","Total") ,
70       cex=0.8,col=c("blue","red","black"),lty=1);

```

LISTING E.9: Código R para modelo de simulación estocástica de mortalidad correspondiente a la sección 2.3

### E.3. Referencias bibliográficas

- [1] Sevcíková, H., Alkema, L. y Raftery, A. E.: “**bayesTFR: Bayesian Fertility Projection**”, R package version 6.2, (2018) [Disponible on line] <https://cran.r-project.org/web/packages/bayesTFR/index.html>.
- [2] Villegas, Andrés y Millosovich, Pietro: “**StMoMo: An R Package for Stochastic Mortality Modelling**”, R package version 0.3.1, (2016) [Disponible on line] <http://CRAN.R-project.org/package=StMoMo>.
- [3] Spedicato, Giorgio A. y Clemente, Gian P.: “**Mortality Projection with ‘demography’ and ‘lifecontingencies’ packages**”, R package version 1.21, (2013) [Disponible on line] <http://CRAN.R-project.org/package=demography>.